أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى و حدوث الصقيع في محافظة إربد خلال الفترة (1979-2010)

إعداد

ميسون بركات حسين الزغول

المشرف

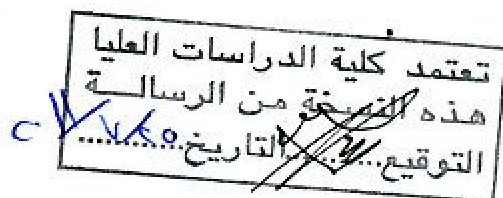
الأستاذ الدكتور نعمان شحادة

قدمت هذه الدراسة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

تموز / 2011م


تعتمد كلية الدراسات العليا
هذه النسخة من الرسالة
التوقيع... التاريخ...

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة (اثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى و حدوث الصقيع في محافظة اربد خلال الفترة 1979-2010) وأجيزت بتاريخ 11-7-2010 .

أعضاء لجنة المناقشـــــــــــة	التوقيـــــــــــــع
الدكتور نعمان شحادة ، مشرفا أستاذ - جغرافية مناخ	....
الدكتور يحيى الفرحان ، عضواً أستاذ -جغرافية طبيعية	....
الدكتور علي غانم ، عضواً أستاذ مشارك - جغرافية مناخ	....
الدكتور محمد احمد بني دومي، عضواً أستاذ مشارك - جغرافية مناخ (جامعة اليرموك)	....

تعتمد كلية الدراسات العليا
هذه النسخة من الرسالـــة
التوقيع......التاريخ.........

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الإهداء

إلى ... معلم البشرية و منبع العلم...
نبينا محمد صلى الله علية وسلم...

إلى أحلى ابتساماتي... و أغلى شيء في حياتي...
إلى أولادي... اهدي ثمرة هذا العمل...
عبيرة... سارة... محمد...

إلى رفيق دربي ... أخي (أبو بركات)...

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكر والتقدير

بعد أن منّ الله عليّ بإتمام هذا العمل ارفع يدي شاكرة المولى عز وجل على ما وصلت إليه من علم لارتقي به إلى هذه المرحلة العلمية الرفيعة.

ويشرفني أن أتقدم بعظيم الشكر و الامتنان إلى الأستاذ الدكتور نعمان شحادة الذي تفضل بقبول الإشراف على رسالتي فكان لملاحظاته العلمية و مناقشاته، وسعة صدره، الأثر البالغ في توجيه رسالتي وجهتها العلمية... فله مني كل الشكر و التقدير.

وأقدم شكري لجميع أساتذتي الكرام اللذين تتلمذت على أيديهم في قسم الجغرافيا، و إلى الإداريين في كلية الآداب... لهم جميعا كل الشكر و الاحترام.

و لا يفوتني أن اشكر الأساتذة الأفاضل الذين تفضلوا بقبول مناقشة هذا العمل أعضاء لجنة المناقشة، الأستاذ الدكتور يحي الفرحان، و الدكتور علي غانم، و الدكتور محمد احمد بني دومي من جامعة اليرموك.

كما أتقدم بجزيل الشكر و الامتنان إلى كل من كان لهم بصمة في انجاز هذا العمل و اخص بالذكر السيدة خوله الزغلوان مديرة دائرة الخدمات المكتبية، الدكتورة تمام العساف، الدكتور شرف القضاة... إليهم أقدم كل الشكر و الاحترام.

و أخيرا أتقدم بالشكر إلى وزارة المياه و الري على مساعدتهم لي في انجاز هذه الرسالة.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

فهــرس المحتــويات

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

قائمـــة الجــداول

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

قائمــة الأشكال

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

اثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى و حالات الصقيع التي تتعرض لها محافظة إربد خلال فصل الشتاء (1979-2010)

إعداد

ميسون بركات حسين الزغول

إشراف

الأستاذ الدكتور نعمان شحادة

الملخص

تهدف الدراسة إلى البحث في اثر التغير المناخي على الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى و تكرار حدوث الصقيع في محافظة اربد،ولتحقيق هدف الدراسة فقد استخدم في التحليل أساليب إحصائية متعددة مثل؛ الانحدار الخطي، و المتوسطات المتحركة، و الفروقات المتجمعة واختبار t، وأهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة هي، وجود ارتفاع في المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في محطة اربد خلال أشهر الشتاء بنسب متفاوتة مما أدى إلى انخفاض في عدد حالات الصقيع المسجلة في منطقة الدراسة و كذلك تناقص في شدة الصقيع.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الأول

الإطار النظري للدراسة

- مقدمة الدراسة
- مشكلة الدراسة و فرضياتها
- أهمية الدراسة و أهدافها
- منطقة الدراسة
- منهجية الدراسة
- الدراسات السابقة

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الأول

الإطار النظري للدراسة

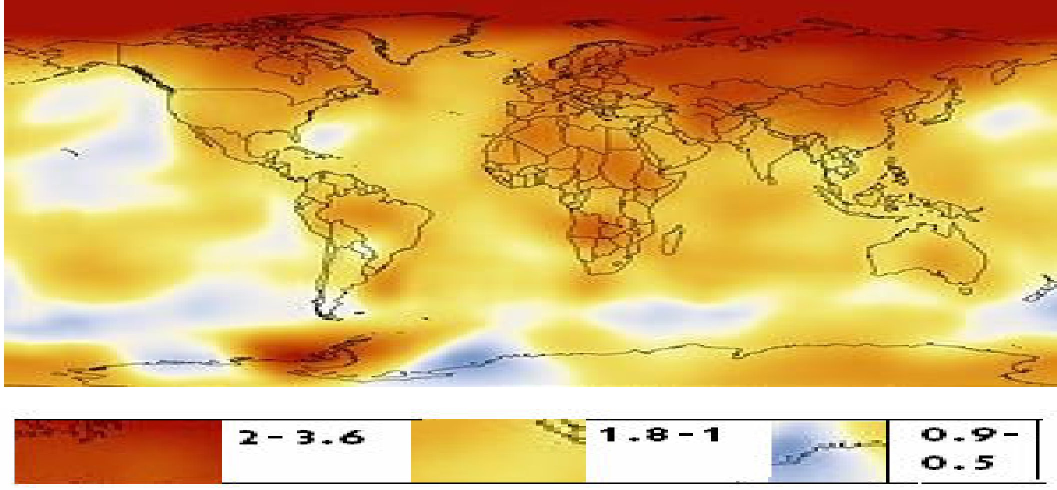
مقدمة الدراسة

أصبح التَغير المناخي ظاهرة حقيقية لاشك فيها في أرجاء العالم، لذلك بدأ الاهتمام به من قبل العديد من الهيئات و الدارسين، ولا يقتصر هذا الاهتمام على تحليل النتائج المتوقعة له على عناصر المناخ فحسب، بل يتعدى ذلك إلى تأثيره المتوقع على معظم العناصر الطبيعية و الاقتصادية و الاجتماعية و السياسية. وما جعل التغير المناخي أمر حقيقي هو ما تشهده مناطق عديدة في العالم من الزيادة المستمرة في درجة حرارة الهواء و المحيطات، وتكرار متزايد في حدوث الحالات الجوية غير الاعتيادية مثل: الأعاصير، وموجات الحر،و الفيضانات،كل هذه أصبحت مؤشرات تدل على أن النظام المناخي قد تغير. ومن أهم الدلائل التي أصبحت مرصودة على التغيرات المناخية في العالم ارتفاع درجات الحرارة السطحية خلال القرن العشرين بشكل سريع أكثر من أي قرن مضى. هذا الارتفاع في درجات الحرارة أدى إلى زيادة الظواهر المتطرفة للمناخ و التي يمكن أن تسبب موجات حرارية أو موجات صقيع،أو موجات جفاف. ويبين الشكل (1) متوسط درجة الحرارة العالمية لمدة 5 سنوات 2005\2009م، وذلك حسب ما توصلت إلية وكالة NASA، إذ يلاحظ انتشار الزيادة في درجة الحرارة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم إلا أن معدل الزيادة من2 إلى 3.6 درجات مئوية يظهر بوضوح في خطوط العرض الشمالية بحيث كانت الزيادة فيها اكبر من خطوط العرض الجنوبية، كما أن الزيادة في درجة حرارة المناطق اليابسة أسرع منها في المحيطات إذ تتراوح الزيادة في درجة حرارة المحيطات 0.5-1 درجة مئوية (NASA،2008).

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (1)

التغير على درجات الحرارة العالمية منذ عام 2005\2009



*** المصدر: وكالة NASA لدراسات الفضاء 2009**

يعرف التغير المناخي (Climatic Change) بأنه التَغير الذي طرأ على الدورة العامة للغلاف الجوي و الظواهر الجوية المرتبطة به، مثل الأعاصير و المنخفضات الجوية والجفاف وغيرها من الظواهر الأخرى نتيجة الاحتباس الحراري (شحادة، 2010).

حسب تعريف اتفاقية الأمم المتحدة UNFCC[1] للتغير المناخي: التغير المناخي هو التغير الذي يرجع بشكل مباشر أو غير مباشر إلى النشاط البشري الذي يساهم في تغير تركيب الغلاف الجوي.

ويعد الاحتباس الحراري (Global Warning) السبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي و ذلك لأنة يعمل على زيادة نسبة الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي بشكل سريع، بحيث تعمل هذه الغازات الدفيئة على منع جزءاً كبيراً من الإشعاع الأرضي من الهروب إلى أعلى و تبقيه قريب من سطح الأرض مما يساهم في رفع درجة حرارة الأرض.

أبعاد تغير المناخ في الحوض الشرقي للبحر المتوسط:

يقسم حوض البحر المتوسط جغرافيا إلى ثلاثة أحواض رئيسية: هي الحوض الغربي ويقع بين مضيق جبل طارق غربا و ايطاليا شرقاً، و الحوض الأوسط بين ايطاليا غربا و

[1] United National Framework Convention on Climate Changeies.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

اليونان شرقا، و الحوض الشرقي للبحر المتوسط ويقع إلى الشرق من اليونان (المعايطة،2005).

تتمركز معظم المنخفضات الجوية (Cyclogensis) خلال الفصل المطير في الحوض الغربي من البحر المتوسط، ويحد تمركز مرتفع جوي في شرقي أوروبا من حركة المنخفضات باتجاه الشمال أو الشمال الشرقي، إلا أن عدد كبير من هذه المنخفضات تواصل تحركها و اندفاعها نحو الشرق من البحر المتوسط باتجاه العراق و جنوب شرق تركيا، بحيث يتمركز لبعض أيام في الحوض الشرقي للبحر المتوسط في جزيرة قبرص حيث يتركز فيها أكثر من نصف المنخفضات الجوية التي تعبر الحوض سنوياً (شحادة، 1991)، التي تؤثر على المنطقة وتؤدي إلى تساقط الأمطار و انخفاض درجة الحرارة العظمى و الصغرى وبالتالي تشكل حالات الصقيع.

وتتعرض منطقة الشرق الأوسط إلى تغير مناخي، أدى إلى حدوث اضطرابات في أنماط الهطول إذ أن الاتجاه العام للأمطار في حوض البحر المتوسط يشوبه الكثير من عدم الوضوح و ذلك بسبب زيادة نسبة العواصف الترابية (Dust Storms) و التباين الكبير في التضاريس،(Karas, 2007).

ومن ضمن الاضطرابات كذلك ارتفاع درجة الحرارة من درجتين إلى ثلاث درجات مئوية في القرن الماضي، وهي بذلك أعلى من المتوسط بمقدار درجة مئوية واحدة، (Daniel, 2006).

الارتفاع الذي طرا على درجة الحرارة أدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر المتوسط بمعدل 0.3 ملم بسبب ذوبان الكتل الثلجية (Sea Ice Thickness). بحيث تتوقع الهيئة المعنية بالتّغير المناخي في تقريرها الرابع عام 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change "IPCC") أن يتسارع ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو 0.6 ملم أو أكثر بحلول عام 2011، مما سيشكل أخطار كبيرة على مناطق السواحل بحيث تتعرض حياة سكان هذه السواحل و خاصة الدلتا وات لخطر الفيضانات، وزيادة ملوحة المياه الجوفية و مصاب الأنهار، (IPCC, 2007).

وبالتالي ستواجه المنطقة حالات مناخية متطرفة، من زيادة الجفاف بسبب انخفاض قوة مسارات المنخفضات الجوية الأمر الذي سيؤدي إلى انخفاض هطول الأمطار،وتناقص فان موارد المياه العذبة 15-25% في مناطق كثيرة من الهلال الخصيب،(Pedersen ,2008).

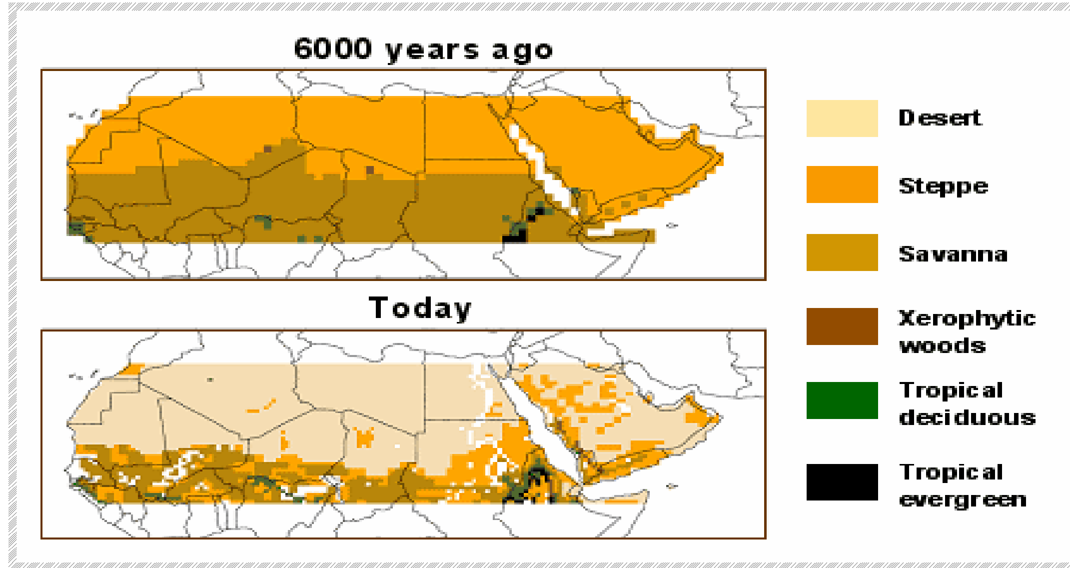
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

وكنتيجة نهائية للتغير المناخي انه سيؤدي إلى انخفاض مستوى الغطاء النباتي و تــردي مستوى التربة و خلق مشاكل عديدة للترب الزراعية، وهذا فيه تغيــر الأنظمــة الايكولوجيــة الأرضية مثل ظهور علامات مبكرة لظهور الربيع وتغير في أنواع الزراعــات الــسائدة فــي المنطقة.

ومن الشواهد على ذلك ما يشهده الوطن العربي من انخفاض في المستوى النباتي و مـــا يؤكد ذلك دراسة الوكالة الدورية NOAA[1] حيث أكدت في دراستها للمناخ القديم أن هناك تغير في الوضع الحالي فهناك انحدار نباتي و صعود حراري في المنطقة وتغير في حالة التربــة و الغطاء النباتي، كما يبين الشكل (2).

الشكل (2)

التغير في حالة الغطاء النباتي و حالة التربة الذي مر على المنطقة منذ 6000 سنة



* المصدر: NOAA

[1] NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administrations

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

أبعاد تغير المناخ في الأردن

يؤدي الموقع الفلكي للأردن إلى وقوعه ضمن المنطقة المدارية في الصيف و المناطق المعتدلة في الشتاء (شحادة، 1991).

وذلك بسبب زحزحة النطاقات العامة للضغط الجوي و الرياح نحو الشمال في الصيف و نحو الجنوب في فصل الشتاء، بحيث تؤدي هذه الزحزحة إلى وقوع الأردن ضمن نطاق الضغط المداري المرتفع في فصل الصيف و ضمن الأقاليم المعتدلة في الشتاء. و يؤدي وقوع الأردن ضمن نطاق الضغط المرتفع خلال فصل الصيف إلى جفاف المناخ و هدوء الرياح و قلة الغيوم و ارتفاع درجة الحرارة، آما خلال فصل الشتاء فان نطاق الضغط المداري المرتفع يتزحزح نحو الجنوب ويقع الأردن ضمن نطاق الرياح الغربية و يتعرض إلى المنخفضات الجوية التي تتكون في الحوض الأوسط للبحر المتوسط وتتحرك باتجاه الشرق و الشمال الشرقي (شحادة،1991).

وينفصل الأردن عن البحر المتوسط بسلسلة المرتفعات الغربية الأمر الذي يؤدي إلى زيادة المدى السنوي لدرجة الحرارة و انخفاض الرطوبة في الصيف و تناقص الأمطار من الغرب إلى الشرق في فصل الشتاء.

و باعتبار الأردن أحد الأقطار الواقعة ضمن منطقة الحوض الشرقي للبحر المتوسط، لذلك يتوقع أن يتأثر تأثراً كبيراً بالتغير المناخي على الرغم من أن الأردن يعتبر قليل المساهمة في ظاهرة تغير المناخ على المستوى العالمي، إلا انه من الدول الأكثر تضرراً من هذه الظاهرة، حيث أكدت محطات الرصد الجوي لدرجة الحرارة في الأردن أن هناك زيادة بنسب تتراوح مابين 0.4-2.8 درجة مئوية في كافة محطات الرصد مما يشير إلى حدوث زيادة في درجة الحرارة نتيجة لظاهرة تغير المناخ التي تتأثر بها الكرة الأرضية بشكل عام (وزارة البيئة الأردنية، 2009).

وتشهد الأردن مجموعة من الظواهر الجوية غير الاعتيادية كدلالة على التغير المناخي ثلوج كانون الثاني \1992، وموجات الحر Heat waves التي تعرضت لها المملكة صيف عام 2010 حيث أشارت دائرة الأرصاد الجوية الأردنية إلى أن موجة الحر التي أثرت على المملكة في شهر آب في تلك السنة هي الأشدّ حرارة، حيث ارتفعت درجة الحرارة فوق المعدل العام ب3-11 درجات مئوية، وبلغت درجة الحرارة في عمان 43.5 درجة مئوية، حيث لم تشهد المملكة موجات الحر منذ عام 1970 كما امتازت الموجة بشدتها و طول مدتها، موجة الصقيع التي اجتاحت المملكة في كانون ثاني عام 2008؛ وكل ذلك اثر سلبا على قطاع المياه

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

نتيجة،الانخفاض المتوقع في نسبة هطول الأمطار، و التغيرات الزمنية و المكانية في نوعية الهطول، الذي له تأثير سلبي على كميات الجريان و المياه الجوفية (وزارة البيئة، 2007).

وقد أثرت هذه الأحداث المناخية المتطرفة على قطاع الصحة بارتفاع عدد الوفيات خاصة بين المسنين الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي،و الإصابة بالأمراض المعدية نتيجة انتشار البعوض و غيرها من الحشرات،و انتشار أمراض سوء التغذية بسبب نقص الغذاء وغيرها. كما ان التغير المناخي اثر على القطاع السياحي بسبب ارتفاع حرارة فصل الصيف، موجات الحر،وشح المياه.

مشكلة الدراسة وفرضياتها

مشكلة الدراسة

تركز هذه الدراسة على تحليل النتائج المتوقعة للتغير المناخي على اتجاه Trend درجة الحرارة الصغرى، وتكرارات Frequencies حدوث الصقيع في منطقة إربد.وقد تم اختيار تلك المنطقة؛ لتأثرها الكبير بالكتل الهوائية الباردة المرافقة للمنخفضات الجوية المتوسطية التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الشتاء. إذ إن إحدى النتائج المتوقعة للتغير المناخي على الأردن هي أن آثاره لن تقتصر على ارتفاع المعدل اليومي لدرجة الحرارة فحسب، بل أنة من المتوقع أن يكون التأثير أكبر على درجة الحرارة الصغرى؛ وتشير معظم الدراسات الحديثة إلى تناقص في حالات حدوث الصقيع في الشرق الأوسط بما فيها الأردن.

ويمكن تلخيص أبرز تساؤلات الدراسة فيما يأتي:

1. هل سيؤدي التغير المناخي إلى تزايد في درجة الحرارة الصغرى في محافظة إربد؟
2. هل سيؤدي التغير المناخي إلى تناقص عدد مرات حدوث الصقيع في محافظة إربد؟
3. هل سيؤدي التغير المناخي إلى زيادة التباين في شدة الصقيع في محافظة إربد ؟

فرضيات الدراسة

ترتبط فرضيات هذه الدراسة بالتساؤلات التي سبق ذكرها ارتباطا وثيقا وتنبثق منها مباشرة.

ويمكن تلخيص فرضيات الدراسة فيما يأتي:

1. سيؤدي التغير المناخي إلى تزايد في درجة الحرارة الصغرى في منطقة إربد.
2. سيؤدي التغير المناخي إلى تناقص في عدد مرات حدوث الصقيع في منطقة إربد.
3. سيؤدي التغير المناخي إلى زيادة التباين في شدة الصقيع في منطقة إربد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

أهمية الدراسة وأهداف الدراسة

أهميه الدراسة

يعد التغير المناخي من ابرز القضايا التي نالت اهتمام عالمي، لما يمكن أن يكون له في المستقبل من نتائج ذات أهمية بالغة على عناصر الطقس المختلفة من الحرارة، و الأمطار، و التبخر، وكذلك على الموارد المائية. و يعتبر ارتفاع درجة الحرارة من أهم الآثار الناتجة عن التغير المناخي؛ وقد شهدت الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة العظمى و الصغرى ارتفاع ملحوظ (Emily, 2008)، وتكمن أهمية الدراسة في أن الأردن يقع ضمن المناطق التي يتوقع أن يكون للتغير المناخي فيها آثار سلبية تتركز في ارتفاع درجة الحرارة، و قد أكدت ذلك بعض النماذج المناخية كنموذج هيدلي Hadley Model، التي تتوقع أن يطرأ ارتفاع ملحوظ على درجات الحرارة العظمى خلال فصل الصيف، بحيث تزداد احتمالية تعرض الأردن لموجات الحرّ، آما درجة الحرارة في الشتاء فمن المتوقع أن ترتفع بما يعادل 0.4 درجة مئوية و سيكون ذلك الارتفاع أكثر وضوحا في درجة الحرارة الصغرى، مما سيؤثر تأثير ملحوظا على احتمالات حدوث الصقيع المناخي وعلى شدته.

أهداف الدراسة

1. تحديد طبيعة التغير المناخي الذي طرأ على درجة الحرارة الصغرى في منطقة إربد.
2. تحديد الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة إربد.
3. تحديد اثر التغير المناخي على عدد حالات حدوث الصقيع في منطقة إربد.
4. تحديد الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة.

منطقة الدراسة

تشمل منطقة الدراسة محافظة إربد، وتقع محافظة إربد في أقصى الشمال الغربي من المملكة الأردنية الهاشمية، وتبعد عن العاصمة الأردنية (عمَان) (65) كم وتبلغ مساحة اربد (1572)كم^2 وهي بذلك تشكل ما نسبته (1.8%) من إجمالي مساحة المملكة تقريبا.

يسودها مناخ البحر المتوسط حيث يكون المناخ معتدلاً صيفاً وبارداً شتاءً و يبلغ متوسط درجة الحرارة في الصيف 25مْ و تصل درجة الحرارة في الشتاء دون الصفر المئوي. ويبين الشكل (3) الموقع الجغرافي لمحافظة إربد.

وقد تم اختيار محافظة اربد لهذه الدراسة؛ لكونها تقع في أقصى شمال الأردن و أكثر عرضةً للكتل الهوائية القطبية الباردة التي تتسبب في حدوث الصقيع خلال فصل الشتاء، خاصة

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

أن التغير المناخي في الحوض الشرقي للبحر المتوسط أدّى إلى زحزحة مسارات المنخفـضات الجوية شمالاً.

واعتمدت هذه الدراسة على تحليل البيانات المناخية للمحطات الموجودة في المنطقـة و تشمل محطة إربد (1979-2010)، و محطة سمر (1986-2010)، وقد استخدمت هذه البيانات لتحليل أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى وحدوث الصقيع في محافظـة إربـد. وفيما يلي جدول(1) يبين المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة.

جدول (1)

المحطات المناخية في منطقة الدراسة

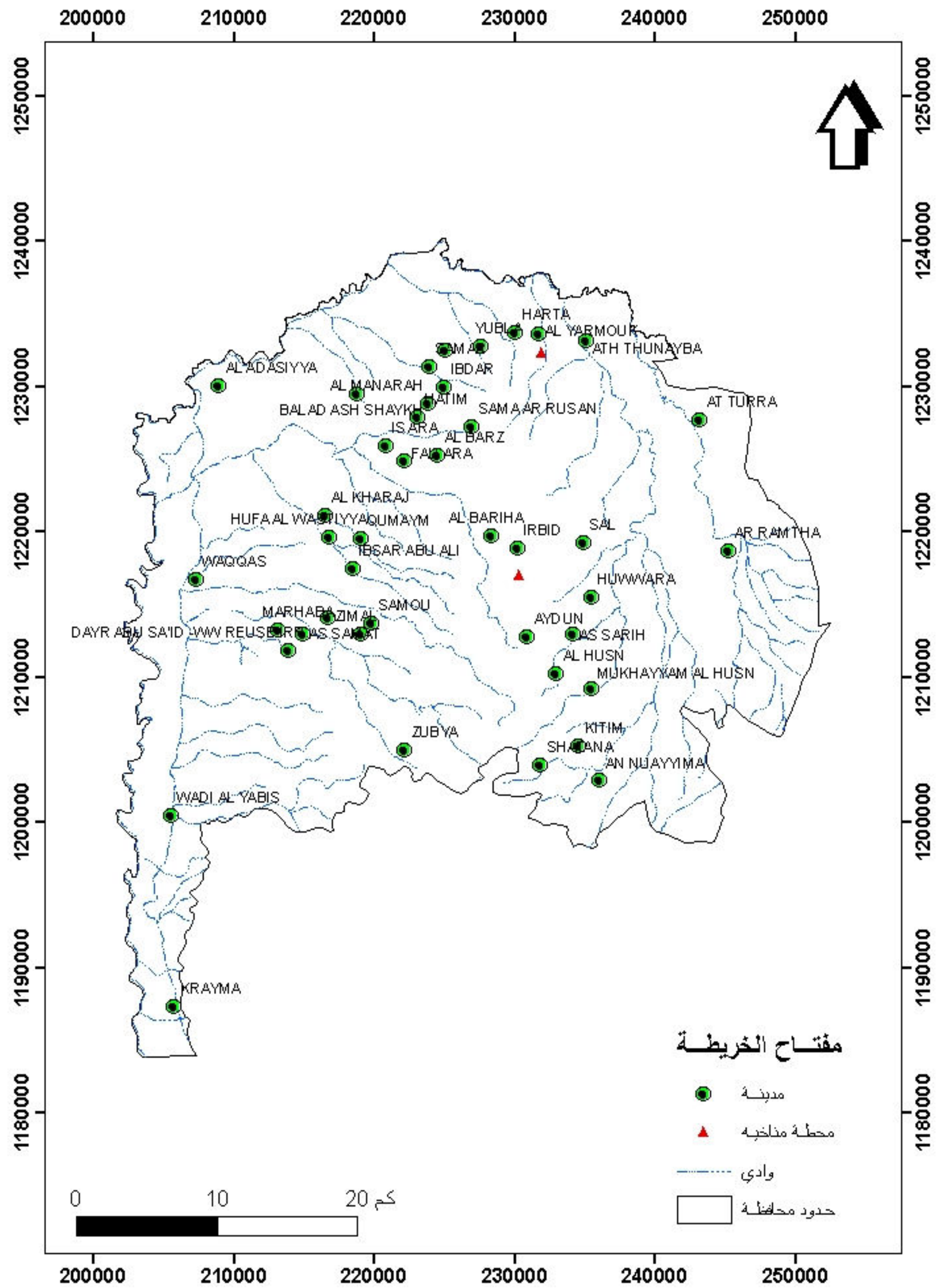
رمز المحطة	اسم المحطة	خط الطول		درجة العرض		الارتفاع عن سطح البحر
		درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	
AE0002	محطة إربد الزراعية	35º	51´	32°	32´	555 متر
AD0034	محطة سمر	32°	40´	35°	52´	410 متر

*** المصدر: وزارة المياه و الري**

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (3)

خريطة محافظة اربد



* المصدر: الباحثة بمساعدة و زاره المياه والري.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

منهجية الدراسة

البيانات المستخدمة في الدراسة:

البيانات التي استخدمت في الدراسة هي:

1. البيانات عن درجة الحرارة الصغرى اليومية(Daily Minimum Temperature) خلال الفترة الممتدة مابين (1979-2010)
2. خرائط الطقس السطحية و العلوية (Surface and Upper Air Map) خلال الفترة (1979-2010).
3. بيانات عن عدد المنخفضات الجوية وعن، حالة طبقات الجو العليا وبيانات عن كمية الرطوبة النسبية،و الرياح و اتجاهها،و بيانات عن الصقيع و أنواعه و العوامل المؤثرة فيه.

مصادر البيانات:

1-المعلومات المتوفرة من المصادر المكتبية (الدوريات و النشرات و الدراسات المنشورة و غير المنشورة).

2-الخرائط السطحية و العلوية لمنطقة الشرق الأوسط المستخدمة لتحديد الظروف السينوبتيكية خلال أشهر الشتاء و المتوفرة في دائرة الأرصاد الجوية و في المواقع الالكترونية التالية:

www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalys is.pressure.ml

http://www.jordanweather.jo

3-البيانات اليومية و الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى و العظمى و الرطوبة النسبية وسرعة الرياح المتوفرة عن محطة الدراسة اربد -الأردن من خلال الموقع الإلكتروني:

www.tutiempo.net\climate

4-بيانات ومعلومات مناخية تّم الحصول عليها من وزارة المياه والري بحيث اشتملت هذه البيانات على البيانات المناخية لمحطة سمر، وزارة الزراعة وتم الحصول من خلالها على بيانات خاصة عن الصقيع و أثارة على الزراعة، المركز الوطني للبحوث (دير علا) وتم الحصول من خلاله على بيانات الصقيع وأنواعه السائدة في الأردن، دائرة الأرصاد الجوية الأردنية تم الحصول من خلالها على مجموعة من النشرات السنوية للمعلومات المناخية (مكتبة الأرصاد الجوية) وبعض المعلومات المناخية مثل عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها إربد خلال فترة الدراسة، المركز الجغرافي الملكي.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

أساليب التحليل المتبعة في معالجة البيانات المناخية

1. الفرو قات المتجمعة (Cumulated Sums):

يصلح هذا الأسلوب للكشف عن أيه تغيرات متصلة تحدث في السلسلة الزمنية، وتقوم على أساس رسم منحنى يمثل جمعا تراكميا للانحرافات عن المتوسط الحسابي للسلسلة الزمنية.

ولهذا فإن من الشروط اللازمة لنجاح هذه الطريقة استخدام متوسط حسابي لفترة طويلة من الزمن. وأهم الخطوات المتبعة في تطبيق هذا الأسلوب هي:

- استخراج الوسط الحسابي للسلسلة الزمنية.
- استخراج الفرق بين كل مشاهدة والمتوسط الحسابي.
- جمع الفروقات عن المتوسط جمعاً تراكمياً.
- تمثيل السلسلة الزمنية للفروقات عن المتوسط الحسابي.فتبدوا الفترات التي تشهد تزايداً في قيمة(X) على شكل منحنى صاعد بينما تظهر الفترات التي تشهد تناقصا على شكل منحنى هابط.

2. المتوسطات المتحركة (Moving Averages):

تستخدم المتوسطات المتحركة للتخلص من الذبذبات قصيرة المدى (Noise) التي تشوه الشكل العام في السلسلة الزمنية، وتطغى على الاتجاه العام للسلسلة الزمنية. ويتم حساب المتوسط المتحرك بالاستعاضة عن البيانات نفسها بالمتوسط الحسابي لها، فإذا رمزنا للمشاهدات المناخية نفسها ب (X_i I =1….n) وأردنا حساب متوسط متحرك مدته خمس سنوات مثلا لتلك المشاهدات فان المتوسط المتحرك الأول (M1) يساوي:

$$M1=(x1+x2+x3+x4+x5)\backslash 5$$

أما المتوسط المتحرك الثاني فيساوي:

$$M2=(x2+x3+x4+x5+x6)\backslash 5$$

ويكتب المتوسط المتحرك بدل المشاهدة الوسطى من المشاهدات التي تم استخدامها في حسابه، فالمتوسط المتحرك الأول يوضع بدلا من المشاهدة الثالثة وهكذا.

وقد استخدم في هذه الدراسة متوسطات متحركة طولها خمس سنوات وذلك من أجل تحديد الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى و عدد حالات حدوث الصقيع في مدينة إربد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

3. الانحدار الخطي Linear Trend

يمثل معامل الانحدار b في معادلة الانحدار y=a+bx+eˆ درجة ميلان خط الانحدار و عندما تكون قيمته موجبة، و تزيد عن صفر (b>0)، يكون خط الانحدار صاعداً، مما يعني أن العلاقة بين المتغير المستقل و المتغير التابع علاقة طردية، وأن قيمة المتغير التابع تزداد، كلما ازدادت قيمة المتغير المستقل.آما إذا كانت قيمة bسالبة(b<0)، فان خط الانحدار يكون هابطاً، وتكون العلاقة بين المتغيرين علاقة عكسية، أي أن الزيادة في المتغير المستقل يقابلها نقصان في المتغير التابع. وتدل قيمة b – عندما تساوي صفرا – على عدم وجود علاقة بين المتغيرين، أي أن الزيادة في المتغير المستقل قد يقابلها زيادة في المتغير التابع، وقد يقابلها نقصان. وفي هذه الحالة يكون خط الانحدار على هيئة خط مستقيم مواز لمحور السينات، ويتقاطع مع محور الصادات عند النقطة التي تمثل المتوسط الحسابي للمتغير التابع.

4. اختبار T-test

وهو اختبار يستخدم للمقارنة بين المتوسطات الحسابية لفترتي الدراسة، و اختبار دلالته الإحصائية فنستخرج المتوسط الحسابي للفترة الأولى و المتوسط الحسابي للفترة الثانية، ثم نستخرج الفرق بين المتوسطين، أي فرق المتوسط وهذا الفرق يكون له قيمة t التي ترتبط بمستوى معنوية معينة نستطيع بناءً عليها المقارنة بين الفترات أما تزايد الفترة الأولى عن الثانية أو نقصان الفترة الأولى عن الثانية.

5. تحليل خرائط الطقس السطحية والعلوية

المرافقة لحدوث الصقيع خلال فترة الدراسة لتحديد أهم الظروف السينوبتيكية المرافقة لحدوث الصقيع، وذلك باستخراج جميع الخرائط الخاصة بحالات الصقيع في المنطقة من موقع الخرائط التالي:

www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.ml

ثم تحليل الخرائط لمعرفه الظروف الجوية السطحية و ما رافقها من ظروف جوية علوية على مستوى 500 هكتو باسكال.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الدراسات السابقة

أ- الدراسات على مستوى العالمي:

تناول موضوع التغير المناخي العديد من الدارسين، كما بحث فيه أيضا مجموعة من الهيئات و المنظمات العالمية و من أشهر هذه المنظمات و أبرزها، الهيئة العالمية للتغير المناخي(IPCC) (2007) ، و هي منظمة عالمية تصدر تقارير علمية بانتظام عن التغير المناخي و الأبعاد العالمية و الإقليمية المتوقعة له. وتذكر (IPCC) في تقريرها الرابع(AR4) لعام 2007 أن التغيرات المناخية أصبحت أمراً واقعياً وهذا الأمر يبدو واضحا من رصد الزيادة في متوسط درجة حرارة الهواء و المحيطات في مختلف أنحاء العالم، و نتيجة لارتفاع درجة الحرارة فقد شهدت الخمسون عاما الماضية انخفاضا في عدد الأيام و الليالي الباردة، وفي نسبة ظهور الصقيع في معظم مناطق اليابسة بينما زاد عدد الأيام و الليالي الحارة،ومن المظاهر الأخرى للتغير المناخي ذوبان الجليد و الثلج على نطاق واسع و ارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر. وتدرس تلك المنظمة الأبعاد المترتبة على التغير المناخي في مختلف المناطق و كيفية التكيف معه، كما تشير إلى أن الاحتباس الحراري هو السبب الرئيسي للتغير المناخي القائم على أساس إطلاق مجموعة كبيرة من الغازات بعد الثورة الصناعية التي عملت على احتباس الحرارة بالقرب من سطح الأرض و منعها من الهروب إلى الفضاء الخارجي، مما أدى إلى رفع درجة حرارة الأرض و ما ترتب علية من مظاهر سلبية بيئية أخرى في مختلف أرجاء العالم.

يذكر(Jason) (2007) في دراسة استخدم فيها مجموعة من النماذج المناخية تبين من خلالها أن درجة الحرارة ستزداد في شرقي البحر المتوسط من (1.4) كلفن إلى حوالي (4) درجات كلفن في نهاية عام 2050، وسوف تكون هذه الزيادة في درجة الحرارة في فصل الصيف اكبر منها في فصل الشتاء، كما توقع انه في نهاية القرن الحالي أن تكون المنطقة المحيطة بالبحر المتوسط و البحر الأسود أدفأ بمعدل 2 كلفن.

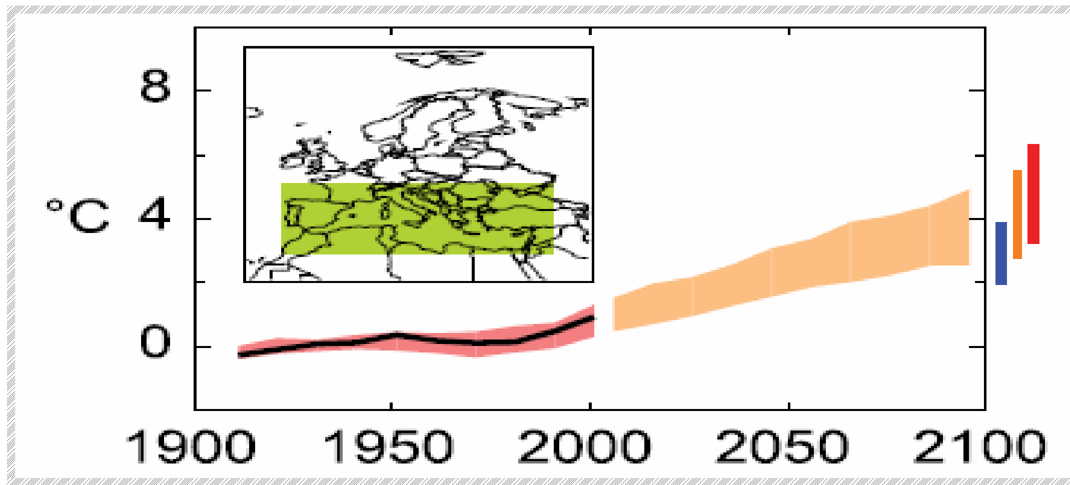
دراسة (Cohen and Stahill) (2007)، قامت الدراسة بتحليل درجة الحرارة اليومية و كميات الأمطار في ثلاث محطات مناخية في وادي الأردن، و قد تبين أن درجة الحرارة الصغرى قد أظهرت تزايداًخلال معظم الشهور و خاصة في فصل الشتاء.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

دراسة (Karas) (2007) يتوقع من خلالها أن تصل الزيادة في درجة الحرارة العظمى بحلول عام 2100 إلى(4) درجات مئوية في حوض البحر المتوسط كما هو مبين في الشكل بحيث يمثل الشكل معدل الزيادة المتوقعة من قبل عدد من النماذج المناخية أن يصل معدل الزيادة في درجة الحرارة إلى أكثر من 4.0م.

الشكل (4)

الزيادة المتوقعة لدرجة الحرارة حتى عام 2100



* **المصدر: (Hesselbjerg,j,2007)**

دراسات (Bengtsson & Hodges) (2005) ، الخاصة بتأثير التغير المناخي على الأمطار و درجة الحرارة في الحوض الشرقي للبحر المتوسط، مستخدمين النموذج ECHAMS\5، وتوصلا من خلاله إلى أن التأثير الرئيسي للتغير المناخي في حوض البحر المتوسط هو زحزحة مسارات المنخفضات الجوية المتوسطية نحو الشمال ويعود السبب في ذلك إلى زحزحة جميع نطاقات الضغط الجوي و الرياح في النصف الشمالي باتجاه الشمال و ذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة في المناطق القطبية و المناطق الباردة، مما يعني بالضرورة قلة تأثر الأردن بتلك المنخفضات

ب-دراسات على مستوى حوض البحر المتوسط:

اهتم تقرير المنتدى العربي للبيئة و التنمية بالتغير المناخي في المنطقة العربية " أفد" **(AFED) (2008)** (Arab Forum For Environment and Development) تتناول تقرير المنتدى اثر تغير المناخ على البلدان العربية، فقد حدد التقرير المصادر الرئيسية لانبعاث الغازات الدفيئة في العالم العربي، إذ تبين أنها تساهم بأقل من 5% فقط من الانبعاث العالمي

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

فقط. كما ذكر التقرير أن معظم البلدان العربية هي من أكثر البلدان في العالم تعرضا للتأثيرات المحتملة للتغير المناخي، ومن أهم تلك التأثيرات ارتفاع معدل درجة الحرارة الصغرى، وانخفاض كمية الأمطار، وارتفاع مستوى سطح البحر نتيجة ذوبان الثلوج في القطب الشمالي، وتكرار موجات الحر و الجفاف. وقد اظهر التقرير اثر ارتفاع درجات الحرارة على نواحي مختلفة من الحياة، فمن الناحية الصحية؛ أظهر التقرير نتائج تأكد أن صحة البشر تتأثر تأثراً سلبياً بزيادة درجات الحرارة و خاصة إذا رافقها زيادة في الرطوبة فهذا يسبب الانزعاج و الضيق للإنسان، وهذا الأمر يؤثر على القطاع السياحي، فينعكس على اقتصاد البلد.

دراسة (Hasanean)(2001) حيث تناول الباحث فيها تقلبات درجة حرارة الهواء السطحي في المنطقة الشرقية للبحر الأبيض المتوسط، و كما حاول الباحث معالجة ظاهرة النينو و دراسة الجداول الزمنية للرياح الموسمية. و للوصول إلى النتائج قام الباحث بتحليل بيانات مناخية لثمان محطات مناخية في شرق البحر المتوسط و هي عمان، و مالطا، وبيروت، والإسكندرية، وأثينا، وطرابلس، و اللاذقية، و القدس، واستخدم لذلك عدة أساليب من بينها أسلوب مان كندال و أسلوب الارتباط و غيرها، ومن أهم النتائج التي تمّ التوصل إليها أنّ هناك زيادة في درجة حرارة الهواء منذ عام 1950 و تراوحت هذه الزيادة في درجة الحرارة الصغرى لدرجتين و درجة الحرارة العظمى درجة مئوية واحدة.

ذكرت **(Mariotti) (2008)** أنّ التغيرات المناخية الفريدة المستقبلية في البحر المتوسط لعام 2070 تتوقع ارتفاع درجات الحرارة، و انخفاض هطول الأمطار، و هذا سوف يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر، وانخفاض بنسبة 20% من توافر المياه في منطقة البحر المتوسط، فهذه المؤشرات تشير إلى الانتقال نحو ظروف أكثر جفافاً، و ارتفاع درجات الحرارة العظمى و الصغرى، و كذلك تناقص كميات هطول الأمطار في فترة ما بعد عام 2000.

دراسة الباحث (Kostopoulou) (2005) حاول الباحث من خلال هذه الدراسة تقييم الظواهر المناخية المتطرفة في منطقة شرق البحر المتوسط، و ذلك خلال الفترة الممتدة مابين 1958-2000، من اجل تحديد التغيرات المناخية المحتملة في درجة الحرارة في المنطقة. و تبين من خلال التحليل لدرجة الحرارة أن هناك اتجاهات سلبية و أخرى ايجابية في منطقة حوض البحر المتوسط، حيث ظهرت الاتجاهات السلبية في النصف الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط فجميع المؤشرات تشير إلى أن هناك تناقص في كمية الهطول و زيادة عدد الأيام الجافة و تواترها، بالمقابل ظهرت اتجاهات ايجابية تمثلت في الجزء الغربي لحوض البحر المتوسط حيث الأمطار الغزيرة و الليالي الباردة ونجاحه في فصل الشتاء

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

ج-الدراسات على مستوى الأردن:

من أهم الدراسات التي ناقشت موضوع الصقيع و التغير المناخي في الأردن:

دراسة شحادة (1991) في مناخ الأردن، عن موجات البرد والصقيع في الأردن وأوضح في دراسته الظروف الجوية العامة التي تساعد على حدوث الصقيع في الأردن وهي المرتفع السيبيري و الجبهات الباردة والأحواض العليا، و أشار إلى أنَ السنوات التي يكثر فيها حدوث الصقيع هي السنوات التي يكثر تعرض الأردن فيها للمرتفع السيبيري، كما توصل إلى وجود تباين زماني ومكاني في حدوث الصقيع وذلك باختلاف عدد مرات حدوث الصقيع في الأردن من سنة لأخرى ومن مكان لآخر، ويرجع السبب في ذلك إلى اختلاف قوة المرتفع السيبيري و امتداده نحو منطقة شرقي البحر المتوسط بالإضافة إلى اختلاف في عدد الجبهات الباردة التي يتأثر بها سنوياً، فذكر شحادة أن حدوث الصقيع يتركز في فصل الشتاء حيث تصل نسبة حدوثه إلى 87% في المرتفعات الجبلية، و 93.5% في البادية كما تزيد نسبة حدوثه في الربيع عنها في الخريف، إضافة إلى ما سبق فقد توصل شحادة إلى أن النمط السائد من الصقيع في الأردن هو الصقيع السطحي الإشعاعي.

دراسة بني دومي (2005)، حيث تناولت الدراسة اتجاهات الحرارة و الأمطار في الأردن، بهدف الكشف عن التغير المناخي على متوسط درجة الحرارة و الأمطار. و اعتمدت الدراسة على بيانات مناخية لاثنتي عشر محطة مناخية في الأردن، تم تحليلها باستخدام الارتباط المتسلسل (Log-one Serial Correlation)، التحليل العشوائي (Stochastic, analysis) واختبار (Mann Kendall rank test)، و قد أظهرت النتائج أن هناك اتجاه في تزايد درجة الحرارة العظمى و الصغرى للفترة (1964-1999) علماً أن هذه الزيادة لا تحمل دلالة إحصائية باستثناء محطة مطار عمان و التي أظهرت تزايداً في متوسط درجة الحرارة الصغرى لنفس الفترة، وتحديداً في أشهر الصيف و الربيع.

دراسة الصمادي (2006) الذي تناول فيها التغيرات التي طرأت على درجات الحرارة الصغرى و العظمى في الأردن، وذلك من خلال دراسة إحدى عشر محطة في الأردن من بينها محطة إربد، وذلك للفترة (1923-2003) حيث كشفت الدراسة عن وجود تغيرات في درجة الحرارة الصغرى و درجة الحرارة العظمى في السلسلة الزمنية المختارة، وقد تم تحليل البيانات التي قام بجمعها باستخدام مجموعة من الأساليب منها (CUSUM) Cumulative (Sum Chart)، و اختبار مان كندال (The Mann-Kendall rank test)، وقد توصل إلى

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

مجموعة من النتائج المهمة ومن أبرز هذه النتائج ارتفاع درجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة بغض النظر عن الذبذبات القصيرة.

دراسة الشياب (2009)، وآخرون حاولت الدراسة الكشف عن الاتجاهات العامة لعناصر المناخ في الأردن، من أجل معرفة إذا كان مناخ الأردن يتأثر بتغيرات المناخ العالمية، وذلك من خلال استخدام بيانات مناخية تم جمعها من ست محطات مناخية وهي اربد،و الباقورة، و دير علا، ومعان، و مطار الملكة علياء، ومحطة عمان، وقد تم تحليل هذه البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المختلفة،من بينها الانحدار الخطي، بحيث أظهرت النتائج أن هناك اتجاهات قوية تدل على وجود تناقص في كمية الأمطار في فصل الشتاء و زيادة في درجة الحرارة العظمى و الصغرى في فصل الصيف.

دراسة الصرايرة (2006)، قامت الباحثة بدراسة التوزيع الجغرافي للصقيع في الأردن و آثاره الاقتصادية، بحيث تم اختيار سبع محطات ومعالجة البيانات المناخية الخاصة بها وهذه المحطات هي:اربد، الربة، الشوبك، مطار عمان، المفرق، الجفر، الباقورة، وتوصلت الدراسة إلى تحديد الفترة الزمنية التي يبدأ فيها الصقيع وفترة انتهائه وشدته في المحطات المذكورة وكانت ميزة هذه المحطات أنها موزعة في أرجاء المملكة وليس في مكان محدد بالتالي تعطي إمكانية اكبر للتعرف على فترات الصقيع في أكثر من مكان في المملكة.

دراسة المعايطة (2005)، بعنوان الاحتياجات المائية الزراعية في وادي الأردن و الأغوار الجنوبية واثر التغير المناخي المقترح عليها، أشارت النماذج المناخية إلى أن منطقة الشرق الأوسط ومن ضمنها الأردن ستعاني من عجز مائي اكبر مما هو علية الآن لانخفاض المطر وارتفاع درجة الحرارة السطحية بمقدار 2-4مْ مما يزيد التبخر الكامن بمقدار120-300 ملم سنويا كما يشير الباحث إلى أن ارتفاع درجة الحرارة سيوثر على الدورة الهيدرولوجية كما سيؤدي حدوث زيادة في درجات الحرارة عالميا إلى ظواهر اشد تطرفا كالجفاف و المطر الغزير وسيرتفع مستوى سطح البحر وذلك من جراء التمدد الحراري وتناقص القلنسوات الجليدية[1].

ويذكر شحادة (2008) أن التأثير السلبي للتغير المناخي في الجزء الشرقي للبحر المتوسط سيكون -حتى نهاية 2100 مضاعفا على المناطق الواقعة جنوب خط عرض 40 شمالا، وان تلك المناطق ستشهد – إذا استمرت المعدلات الحالية في تلويث الغلاف الجوي في الجوي بمعدلاتها الحالية – تناقصا في الأمطار السنوية يتراوح بين 10% إلى 40%.

[1] (كتلة جليدية على شكل قبة تغطي مساحة مرتفعة من الأرض تعدَ اصغر حجما من الصفيحة الجليدية)

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

دراسة الحسبان (1996)، قامت الباحثة بدراسة الصقيع في منطقة الأغوار الشمالية و أثارة التدميريه على الزراعة. وأهم ما توصلت إليه الدراسة أن النمط السائد الذي تتعرض له منطقة الأغوار الشمالية هو الصقيع الإشعاعي إذ يمثل ما نسبته (93%) من حالات الصقيع التي تتعرض لها منطقة الدراسة خلال الفترة من (1980-1990) آما النمط الثاني الذي تتعرض له منطقة الدراسة هو الصقيع الريحي وتبلغ نسبة حدوثه (7%) ويقترن حدوث الصقيع الريحي عادة بامتداد المرتفع الجوي السيبيري إلى الحوض الشرقي للبحر المتوسط.

دراسة المعايعة (2003)، قامت الباحثة بدراسة اثر نوبات الصقيع على المحاصيل الزراعية و المواصلات في الأردن، وكان من أهم نتائجها أن نوع الصقيع السائد في الأردن هو الصقيع الإشعاعي. كما أوضحت الباحثة أهم خصائص العناصر المناخية التي تساعد على حدوث الصقيع والتوزيع الزماني والمكاني لحدوث الصقيع، وبينت أن معظم حالات الصقيع التي تعرضت لها المنطقة كان يصاحبها تأثر الأردن بالمرتفع السيبيري وأن منطقة الشوبك من أكثر المناطق في الأردن التي تشهد نوبات صقيع متكررة تليها المفرق في إقليم البادية الشمالية، كما بينت الدراسة أن نوبات الصقيع المتكررة على الأردن كان لها اثر سلبي واضح على المحاصيل الزراعية في الأردن.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الثاني

الصقيع Frost

- تعريف ظاهرة الصقيع المناخي
- أنواع الصقيع
- العوامل المسببة للصقيع
- التباين السنوي و الشهري لحدوث الصقيع
- التباين الفصلي لحدوث الصقيع

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الثاني

الصقيع Frost

ظاهرة الصقيع المناخي

يعرف الصقيع (Frost) بأنه الحالة التي تحدث عند تدني درجة الحرارة الصغرى إلى الصفر المئوي فما دون، ويقاس في الأردن بواسطة ميزان درجة الحرارة الصغرى الموجود داخل كشك ستيفنسون (Stevenson Screen) على ارتفاع 1.76 م من سطح الأرض، سواء تكونت بلورات ثلجية أم لم تتكون، فمجرد انخفاض درجة الحرارة إلى مادون الصفر المئوي كافٍ لعد ذلك اليوم يوماً صقيعياً (Frost Day).

كلمة الصقيع في مثل هذه الحالات قد تستخدم مقياساً لشدة التجمد؛ فعلى سبيل المثال: عشر درجات صقيع تعني عشر درجات تحت الصفر وفق المقياس المئوي (WMO, 2001).

أنواع الصقيع:

يسهم الموقع الجغرافي للأردن في تكرار حدوث الصقيع،حيث تتعرض معظم مناطق الأردن لحدوث الصقيع بشكل متكرر ابتداء من منتصف الخريف و حتى أواخر آذار، و قد يمتد إلى نيسان في بعض المرتفعات الجنوبية و الشمالية من المملكة، و للصقيع أنواع مختلفة منها: الشديد التأثير، و منها الضعيف. وتختلف أنواع الصقيع باختلاف الحالة الجوية السائدة (درجة الحرارة الصغرى، و الظروف الجوية الأخرى المرافقة لها، مثل سرعة الرياح و حركتها و أيضا كمية بخار الماء في الجو). و يمكن تقسيم الصقيع إلى أنواع مختلفة إما بحسب سبب الحدوث، أو بحسب تكون بلورات جليدية، أو بحسب موسم الحدوث، و أخيرا بحسب الارتفاع (المعايعة، 2003)، وفيما يلي تفصيل لهذه الأنواع:

الصقيع بحسب سبب الحدوث أو (بحسب حركة الهواء):

1-الصقيع الإشعاعي (Radiation Frost).

الصقيع الإشعاعي أحد أنواع الصقيع التي يتعرض لها الأردن نتيجة لتأثر المنطقة بالمرتفع السيبيري، الذي يؤدي إلى توفر ظروف جوية ملائمة، بحيث تكون الليالي التي يتشكل فيها الصقيع الإشعاعي صافية و هادئة وطويلة، فصفاء السماء ينتج عن قلة احتواء الجو على بخار الماء بأشكاله و أحجامة المختلفة، وذلك يساعد على زيادة إشعاع الأرض ليلاً فتنخفض حرارة سطح الأرض و التربة وكذلك النباتات، ويكون هذا الانخفاض سريعاً، لذلك سمي هذا النوع بالصقيع الإشعاعي؛ لأنة يعتمد على الإشعاع الأرضي Terrestrial radiation، ومما يزيد من حدة هذه الظاهرة سكون الرياح الأمر الذي يزيد انخفاض حرارة سطح الأرض وطبقة

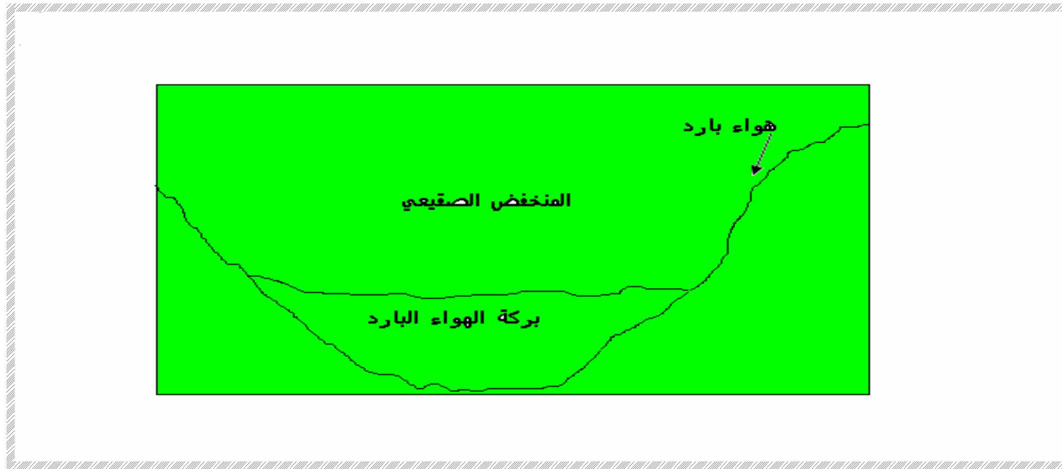
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الهواء القريبة منه مكونة طبقة من الهواء البارد، التي تستقر فوق الحقول المستوية. و يكــون انخفاض درجة الحرارة الصغرى أكثر حدة خاصة في المناطق و الأحواض المغلقة المحاطــة بسفوح واسعة، وذلك بسبب تحرك الهواء البارد الملامس للسفوح و تجمعه فــي المنخفــضات بفعل كثافته العالية نسبيا (المركز الوطني للبحوث، 2010).

وهذه المناطق المنخفضة هي ما يشار إليها ببــرك الــصقيع أو الانجمــاد (Frost Pockets) التي تكونت بسبب تجمع الهواء البارد فيها لفترات طويلة، الأمر الذي يؤدي إلــى الضرر على النباتات. ويوضح الشكل رقم(5) جيوب و بــرك الــصقيع التــي تتكــون فــي المنخفضات.

الشكل (5)

برك الصقيع Frost Pockets



و يسود الصقيع الإشعاعي في الأردن بنسبة 60.7 % وهو بذلك يسجل أعلى نسبة أنواع الصقيع، كما يسمى بالصقيع الأبيض لأنــة غالبــا مــا يــصاحبه بلــورات جليديــة بيــضاء (المعايعة، 2003).

وغالبا ما يحدث هذا النوع في الربيع لذلك يسمى بالصقيع الربيعي، و الصقيع الربيعــي اشد خطراً من الشتوي بسبب حدوثه في فترة النمو و يترافق موعد حدوثه مع طور الأزهــار للأشجار المثمرة أي بدءً من أوائل آذار و حتى منتصف نيسان.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

2-الصقيع المتحرك أو الريحي (Advection Frost)

يحدث هذا النوع من الصقيع عندما تتقدم كتلة هوائية باردة أو جبهة باردة علـــى منطقـــة فتنخفض عندها درجة الحرارة اليومية، كما تقل السعة الحرارية اليومية. و يتميز هذا النوع من الصقيع بشموليته فهو يصيب السهول، و الوديان، و المنخفضات، و الجبال و حتـــى ســـواحل البحار، بسبب الحركة المستمرة للهواء البارد وتجدده، لذلك يصعب مقاومته ومن حسن الحـــظ انه يحدث في فصل الشتاء وهذه الفترة لا تتأثر فيها المزروعات كما أنه قد يحـــدث فـــي أي ساعة في اليوم، و ذلك لانّ درجة الحرارة تكون منخفضة سواء في النهار أو في الليل بعكس الصقيع الإشعاعي. وبسبب الانخفاض الحراري الكبير و الهواء الجاف المصاحب لهذا النوع من الصقيع فقد عرف باسم الصقيع الأسود أو الصقيع القاسي (Hard Frost) (المركـــز الـــوطني للبحوث، 2010).

3-الصقيع الإشعاعي المتحرك (Moving Radiant Frost)

يختلف هذا النوع من الصقيع عن الصقيع الإشعاعي أنه يحدث عندما تندفع جبهة هوائية متحركة باردة في أوقات تخلو فيها السماء من الغيوم، حيث تعمل على زيـــادة فقـــدان ســـطح الأرض للطاقة ويعتبر هذا النوع من أشدّ أنواع الصقيع خطراً على المزروعات.

الصقيع بحسب تكون البلورات:

1-الصقيع الأبيض (White Frost)

هو عبارة عن تكون بلورات شفافة من الجليد على سطح الأرض تحـــدث فـــي الليـــالي الصافية الهادئة أو الساكنة الرياح، حيث يكون الجو صافياً و الرطوبـــة النـــسبية منخفـــضة، ويتوقف هذا النوع من الصقيع على النشاط الإشعاعي في الليل خلال الأيام الصافية، وعلـــى درجة التباين الحراري فيها،وهذا النوع من الصقيع يقضي على الأعضاء النباتية الغضة بمجرد ملامسة الهواء البارد لها ويتلاشى هذا النوع بعد شروق الشمس مباشرة.

2-الصقيع الأسود (White Frost)

يحدث هذا النوع من الصقيع عندما يرافق الكتل الهوائية الباردة رياح باردة فيؤدي إلـــى هبوط درجة الحرارة بصورة مفاجئة، وتتوقف شدة هذا النوع على نوعية الرياح المرافقة وعلى سرعتها.

وهذا النوع من الصقيع نادر الحدوث، وهو شديد الخطورة أما الصقيع الأسود المتوســـط فيحدث كل 10 سنوات مرة واحـــدة ويطلـــق عليـــة الـــصقيع الـــشتوي أو الـــصقيع الجـــاف (وزارة الزراعة، 2009).

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

3-الصقيع الزجاجي (Glaze Frost)

يحدث هذا النوع من الصقيع عندما تنخفض درجة الحرارة في الجو عن (2-3) درجات مئوية، بحيث يكون السطح بارداً ويعادل درجة حرارة صفر مئوي، حيث تتجمد المياه و بخار الماء على الأسطح، وعند تجمدها تتكون طبقة ملساء من الجليد هذه الطبقة الملساء تشبه الزجاج (الفندي،1975).

الصقيع حسب موسم حدوثه:

1-الصقيع الخريفي:(Autumnal Frost)

وينتج عن التقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين، وهو يشبه إلى حدٍ كبير الصقيع الأبيض، ويحدث هذا النوع من الصقيع في فصل الخريف في شهري تشرين الأول و الثاني، وهذه الفترة تكون نهاية موسم نمو الأشجار متساقطة الأوراق إلا أنه قد ينتج عنة قتل القمم النامية التي لم تدخل في طور السكون.

2-الصقيع الشتوي: (Winter Frost)

ويطلق علية أيضا الصقيع المتحرك ويحدث نتيجة اندفاع جبهة هوائية باردة تصاحبها رياح شرقية، أو شمالية شرقية قطبية شديدة البرودة إلى المنطقة ممّا يؤدي إلى انخفاض شديد في درجة الحرارة عن معدلها الطبيعي و بالتالي حدوث الانجماد.

ويحدث هذا النوع في الشتاء لذلك يطلق علية الصقيع الشتوي، وهذا النوع لا يكون ضاراً على المحاصيل الزراعية لأنّ الأشجار تكون في طور السكون (المركز الوطني،2010).

3-الصقيع الربيعي (Spring Frost)

ويطلق علية أيضا الصقيع الإشعاعي، هو الذي يحدث في الليالي الصافية الخالية من الغيوم و الساكنة الرياح، حيث يزداد إشعاع الأرض ليلا فتنخفض درجة حرارة سطحها وخاصة في المناطق المنخفضة كما هو الحال في منطقة الأغوار، ويحدث هذا الصقيع في الربيع مع نهاية شباط وحتى نهاية نيسان خلال فترة نمو البراعم، مما يجعل هذا النوع خطيراً جدا على الأشجار؛ لأنة يقتل الأزهار والبراعم الخضرية. وهذا يؤدي إلى خسائر كبيرة في الأشجار المثمرة كما حدث عام 1997.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الصقيع بحسب الارتفاع

الصقيع الجوي (Screen Frost)

هو الصقيع الذي يحدث على ارتفاع كشك الأرصاد الجوية، ويحدث عندما تنخفض درجة الحرارة على ارتفاع مترين فأكثر من سطح الأرض إلى درجة التجمد، فإذا كانت درجة الحرارة على هذا الارتفاع موجبة فلا يعتبر أن هناك صقيع، حتى لو كانت درجة الحرارة على سطح الأرض تحت الصفر المئوي، ولهذا فإن درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض قد تنخفض إلى درجة التجمد دون أن يسجل ميزان الحرارة الصغرى الموجود في كشك الأرصاد الجوية أيَ حدوثٍ للصقيع.

الصقيع السطحي(Surface Frost)

هو انخفاض درجة الحرارة إلى مادون الصفر المئوي بالقرب من سطح الأرض، حيث تساعد برودة سطح الأرض واستقرار الهواء وهدوء الرياح في الليل على تكون انعكاس حراري سطحي حيث يصبح سطح الأرض مصدراً لتبريد الهواء بدلا من تسخينه، وينشأ هذا النوع من الصقيع في الطبقة السفلى من الهواء الملاصقة لسطح الأرض. ويحدث هذا النوع خاصة في بعض ليالي الشتاء الطويلة، وفي ظل ظروف جوية مناسبة لحدوث تدرج حراري كبير (Temperature Gradient) حيث تزيد درجة الحرارة على ارتفاع 16 مترا عن درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض بسبع درجات أو أكثر (شحادة،1991).

عوامل حدوث الصقيع:

تصنف العوامل التي تسببت في حدوث الصقيع إلى:

أ- العوامل السينوبتيكية (Synoptic Factors)[1] وهي العوامل المرتبطة بخصائص دورة الغلاف الجوي في المنطقة.

ب_عوامل جغرافية ثابتة،وظروف جوية محلية تساعد على فقد الحرارة بواسطة الإشعاع الأرضي.

[1] يعتبر المناخ السينوبتيكي (Synoptic Climatology) احد الفروع الرئيسية لعلم المناخ، و يعتمد قي تفسير الأحوال الجوية على توزيع مراكز الضغط الجوي و حركة الكتل الهوائية وغير ذلك من عناصر المناخ.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

وفيما يلي شرح مختصر لتلك العوامل:

أ-العوامل السينوبتيكية:

يتبين من خلال تحليل الخرائط السينوبتيكية لليالي التي تعرضت فيها منطقة الدراسة (إربد) لحدوث الصقيع، أن الصقيع يحدث بسبب ظروف سينوبتيكية متعددة أهمها:

1. المرتفع السيبيري Siberian Anticyclone.
2. الجبهات الباردة Colds Fronts.
3. الأحواض العليا الباردة Upper Troughs.

1 _المرتفع السيبيري Siberian Anticyclone.

المرتفع الجوي السيبيري أو الأسيوي (المرتفع الجوي السيبيري):هو مركز ضغط جوي مرتفع شبة دائم يتركز فوق شمال شرق سيبيريا، وهو من أهم مراكز الضغط الجوي المرتفع خلال فصل الشتاء، كما يعدّ المصدر الرئيسي لكتل الهواء البارد التي تؤثر على منطقة شرق البحر المتوسط، بسبب حركة المنخفضات الجوية الموجودة في المنطقة مثل منخفض البحر المتوسط و المنخفض القبرصي (Cypres Low).

ولان الأردن يقع ضمن منطقة شرق البحر المتوسط، لذلك يتأثر بنصيب لا بأس به من هذا المرتفع، الذي يسبب معظم حالات الصقيع التي يتعرض لها الأردن عندما يتأثر بامتداد لهذا المرتفع، أو بعض المرتفعات الجوية الأوروبية التي تتفرع عنة.

وعند دخول المرتفع السيبيري يتأثر الأردن بكتلة هوائية قطبية شديدة البرودة، ويصاحب هذه الكتلة هبوب رياح شرقية أو شمالية شرقية باردة، مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة عن معدلها لذلك الوقت من السنة، كما إن نشاط التيارات الهوائية الهابطة التي ترافق امتداد المرتفع السيبيري تساعد على تبديد الغيوم و صفاء السماء وزيادة فقدان سطح الأرض للطاقة بواسطة الإشعاع الأرضي، فيصبح سطح الأرض مصدراً للتبريد بدل التسخين، خاصة أثناء الليل، مما يؤدي إلى تكون الصقيع الإشعاعي. بالإضافة إلى ذلك فإن الأمر الذي يزيد من احتمالات تشكّل الصقيع أثناء الليل استقرار الكتلة الهوائية القطبية المرافقة للمرتفع السيبيري وانخفاض رطوبتها النوعية[1] (شحادة،1991).ويضعف تأثير هذا المرتفع خلال فصل الربيع، إذ يواصل تراجعه خلال فصل الربيع و يتلاشى تأثيره على المنطقة خلال شهر نيسان.

[1] الرطوبة النوعية : كتلة بخار الماء الموجودة في كتلة من الهواء .

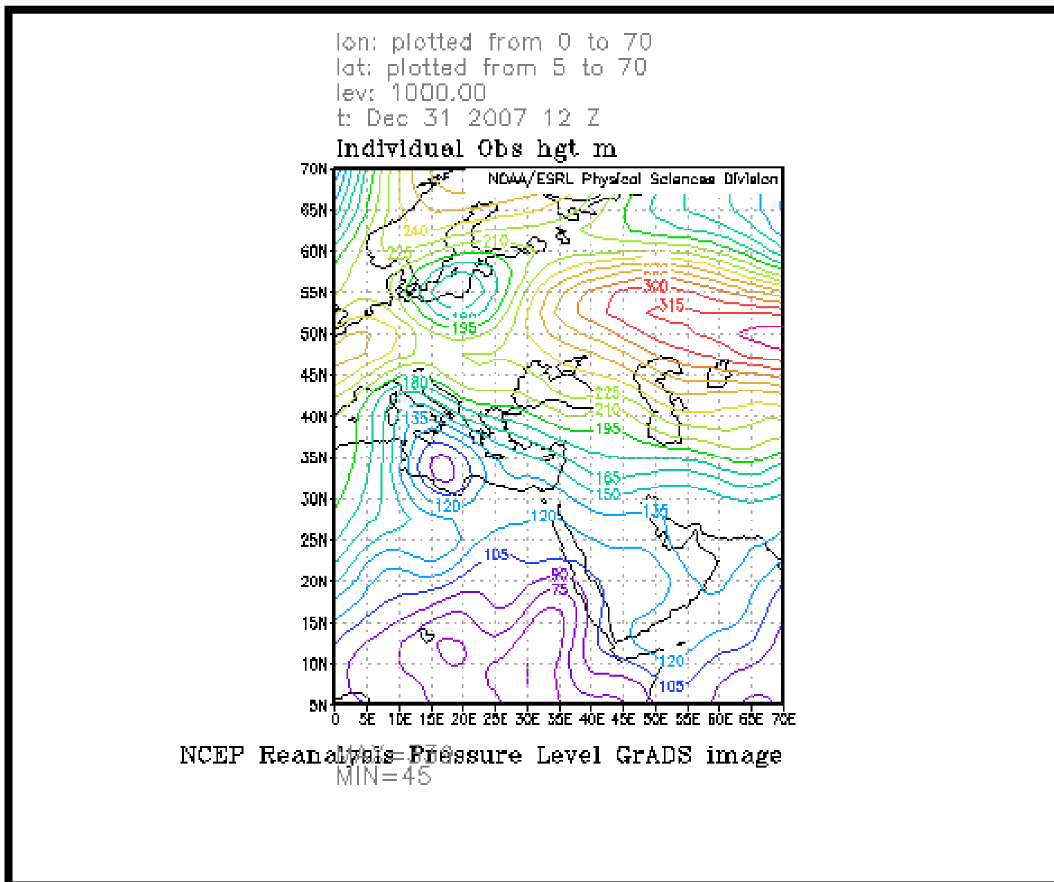
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

تبين من خلال تحليل خرائط الطقس السطحية و العلوية لمنطقة الشرق الأوسط خلال فترة الدراسة، أن السنوات التي يكثر فيها حدوث الصقيع هي السنوات التي يكثر فيها تعــرض الأردن إلى المرتفع الجوي السيبيري، ومثال على ذلك؛ شتاء،1988\1989، 1991\1992 ، 1996\1997،2004\2005 حيث كان الأردن يقع خلال هذه السنوات تحت تــأثير المرتفــع الجوي السيبيري.

ويمثل الشكل (6) مثالا على هذه الحالة حيث توضح الخريطة السطحية تعرض الأردن للمرتفع السيبيري بتاريخ 31\12\2007 الساعة الثانية صباحا، مما أدى إلى انخفــاض درجــة الحرارة إلى مادون الصفر المئوي(Freezing)، حيث بلغت درجة الحرارة الصغرى (-1) كما أدى المرتفع إلى تكون رياح جنوبية شرقية معتدلة السرعة وبالتالي تشكل الصقيع.

الشكل (6)

خريطة طقس سطحية على مستوى 1000هكتوباسكال يوم 31\12\2007



* www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html sourc:

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

ويوضح الجدول رقم(2) المتغيرات الجوية السائدة في ذلك اليوم، فانخفاض درجة الحرارة دون الصفر، وهبوب رياح شرقية و صفاء السماء من الغيوم ساعدت على تكون صقيع إشعاعي.

جدول (2)

المتغيرات الجوية التي سادت منطقة إربد بتاريخ 31\12\2007

المتغيرات الجوية	محطة إربد
درجة الحرارة الصغرى	**1-**
درجة الحرارة العظمى	**11.5**
كمية الغيوم	**0**
سرعة الرياح	**3.5**
الرطوبة النسبية	**%20**
اتجاه الرياح	**شمالية شرقية**
نوع الصقيع السائد	**الإشعاعي**

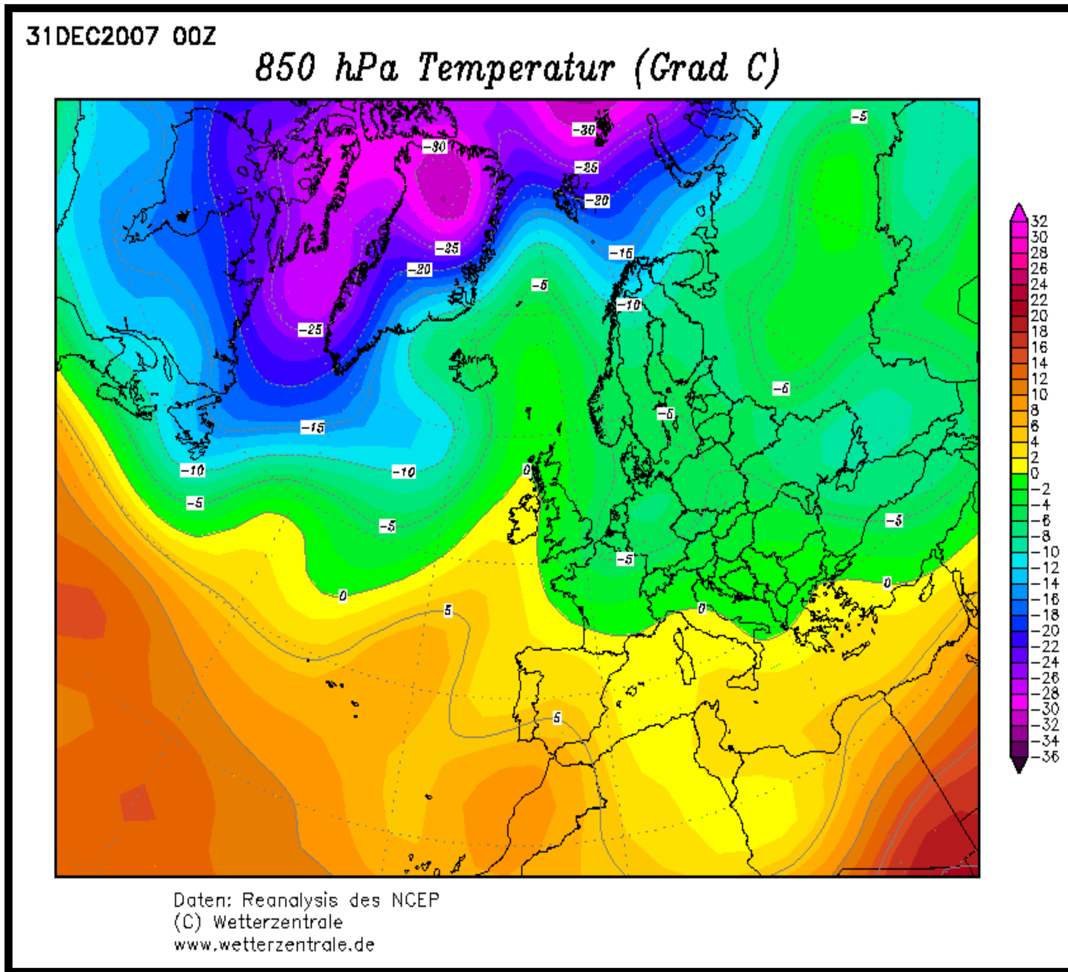
*** المصدر:النشرة السنوية للمعلومات المناخية في الأردن (2007).**

كما يوضح شكل (7) خريطة لمنطقة الشرق الأوسط علة مستوى ضغط 850 هكتوباسكال موضحا عليها، درجة الحرارة الصغرى و العظمى السائدة يوم 31\12\2007، بحيث يظهر من خلال الخريطة انخفاض درجة الحرارة الصغرى في المنطقة، وتراوحت درجة الحرارة الصغرى مابين ((6-)-0) درجة مئوية، وهذا الانخفاض بدرجة الحرارة الصغرى أدى إلى تشكل الصقيع في المنطقة.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل(7)

خريطة درجة حرارة على مستوى 850 هكتوباسكال للبحر المتوسط في يوم31-12-2007



* http://www.jordanweather.jo: source

2–الجبهات الباردة Cold Fronts

تبدأ الجبهات الباردة بالتأثير على البلاد ابتدآ من فصل الخريف، وهي من ضمن الظروف السينوبتيكية التي تؤدي إلى حدوث بعض موجـات الـصقيع Frost waves، إذ تكـون هـذه الجبهات مصحوبة بكتل هوائية قطبية باردة تستمر لعدة أيام متتالية، إضافة إلى أن مـسارها مسافات طويلة فوق اليابسة يقلل رطوبتها ويساعد على زيادة استقرارها فترة أطول وبعض هذه الكتل الهوائية تكون شديد البرودة إذ أن مصدرها يصل من شمال أوروبا مباشرة. فعندما تتحرك نحو البحر المتوسط كتلة قطبية باردة قادمة من الشمال أو الشمال الشرقي، فانه يـسبق عبـور الجبهة البـاردة التـي ترافـق الكتـل الهوائيـة لجبـال الألـب تكـون مـنخفض سـفحي (Lee Depression) على المنحدرات الجنوبية لتلك الجبال ويعود السبب فـي تكـون ذلـك

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

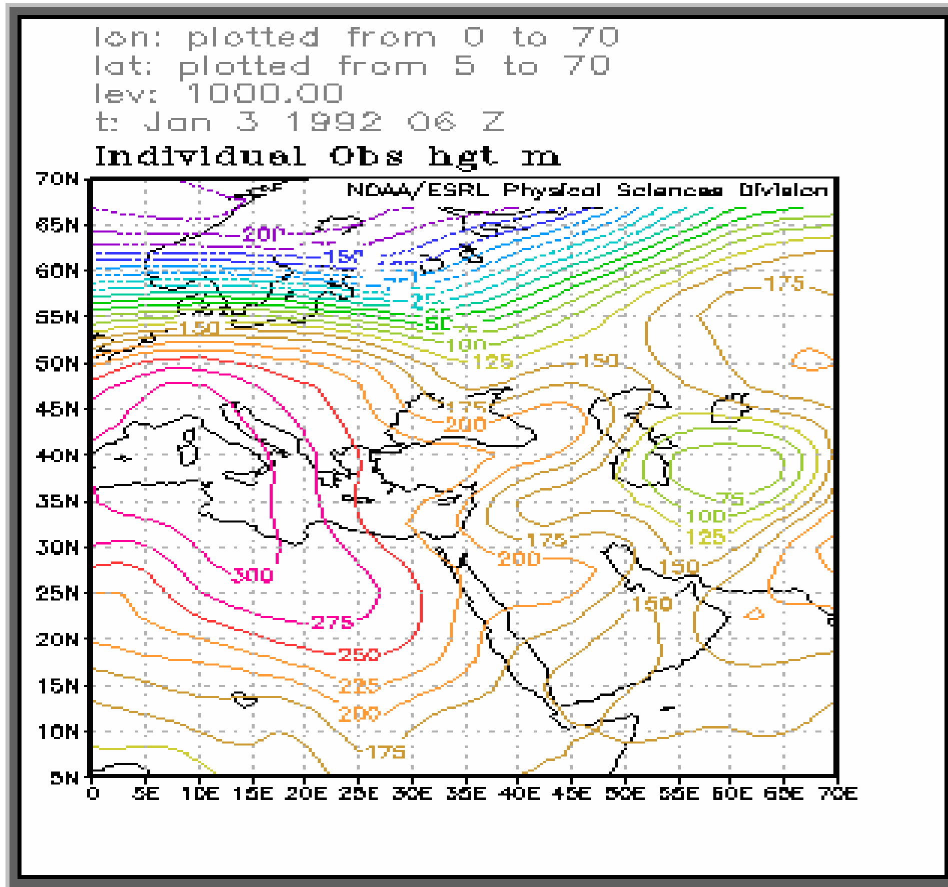
المنخفض إلى تجمع الهواء (Air Convergence) و زيادة حركته الإعصارية على تلك المنحدرات (شحادة، 1991). وعند قدوم الجبهات الباردة تحدث العديد من التغيرات على الطقس فتنخفض درجة الحرارة عن المعدل العام خاصة في المرتفعات الشمالية، وتزداد سرعة الرياح و يتغير اتجاهها من رياح جنوبية غربية إلى رياح شمالية غربية كما يرتفع الضغط الجوي، وبعد مرور هذه الجبهات يتحسن الجو وتصفو السماء وتظهر بعض السحب الركاميه المبعثرة، مسببة بذلك حدوث نوبات من الصقيع المنقول (Advected Frost) وتبدأ الجبهات الباردة بالتأثير على البلاد ابتداء من أشهر الخريف.

ويمثل الشكل(8) مثالا على هذه الحالة حيث توضح الظروف السينوبتيكية التي كانت سائدة يوم3\1\1992 ، إذ يظهر تأثر الأردن بجبهة هوائية باردة مصاحبة للمنخفض الجوي الذي تمركز في الحوض الشرقي للبحر المتوسط، مما أدى إلى تساقط الأمطار و الثلوج بغزارة، حيث ساعد تدفق الهواء البارد نحو الحوض القادم من شمال أوروبا على زيادة قوة المنخفض و تعمقه، ساعد على انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى -2 درجة مئوية، أما درجة الحرارة العظمى فقد سجلت 10 درجات مئوية، وساعد انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى مادون الصفر المئوي إلى تكوّن الصقيع المنقول. ويبين الجدول (3) المتغيرات الجوية السائدة ذلك اليوم.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (8)

خريطة سطحية على مستوى 1000 هتكوباسكال يوم 3\1\1992



* www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html source:

جدول (3)

المتغيرات الجوية التي سادت منطقة الدراسة يوم 3\1\1992

المتغيرات الجوية	محطة اربد
درجة الحرارة الصغرى	-0.2
درجة الحرارة العظمى	10
كمية الغيوم **بأثمان**	6
سرعة الرياح	6.1
الرطوبة النسبية	38
اتجاه الرياح	شمالية شرقية.
نوع الصقيع السائد	صقيع منقول.

* المصدر: النشرة السنوية للمعلومات المناخية في الأردن، 1997.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

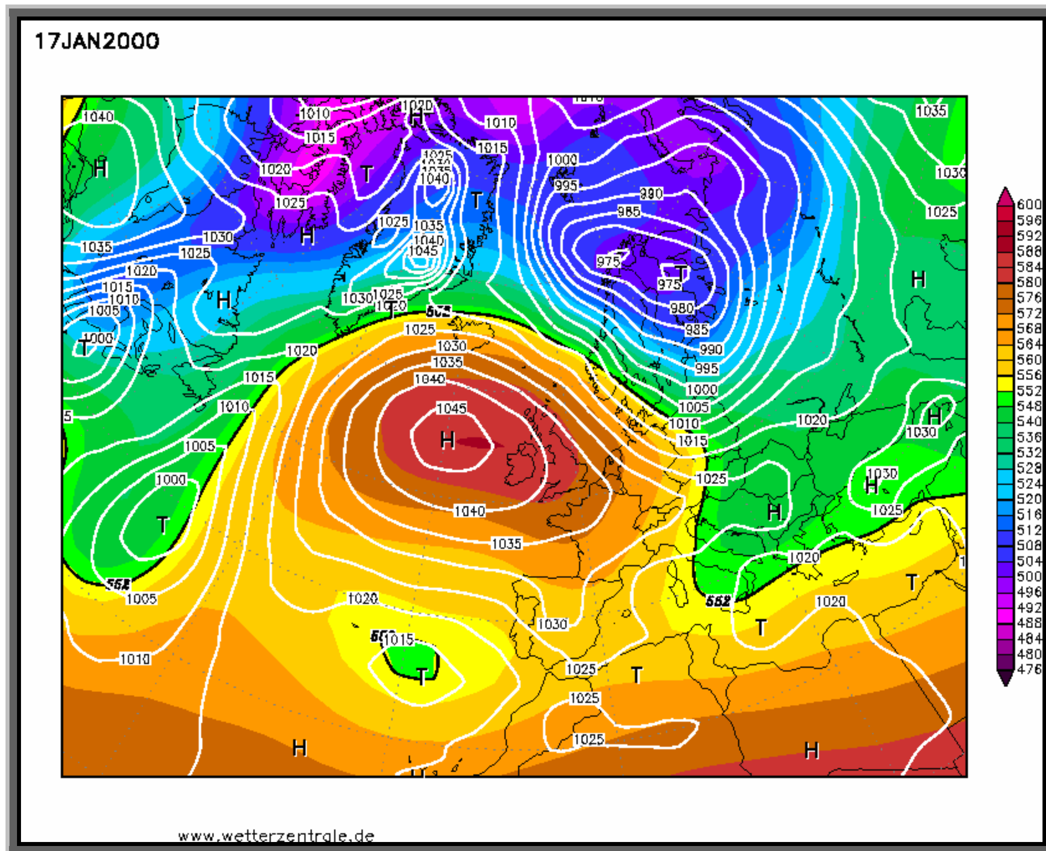
3-الأحواض الباردة Upper Troughs.

وتعتبر الأحواض الباردة إحدى الظروف السينوبتيكية التي تؤدي إلى توفر ظروف جوية ملائمة تؤدي إلى تكون الصقيع، إذ تؤدي الأحواض الباردة إلى انخفاض درجة الحرارة، و إلى ظهور حالات عدم الاستقرار الجوي خاصة إذا اقترنت بمنخفضات سطحية لان ذلك يؤدي إلى تدفق الهواء البارد (شحادة، 1991). ويختلف نوع الصقيع المتشكل باختلاف حدة هذه الظروف و المتغيرات الجوية المرافقة لها.

ويمثل الشكل التالي مثالا على حالة الأحواض الباردة حيث يوضح الشكل (9)الظـــروف السينوبتيكية التي كانت سائدة يوم 17\1\2000، وقد انخفضت درجة الحرارة الصغرى خلال هذا اليوم إلى 1- ويبين الجدول (4) المتغيرات الجوية التي سادت المنطقة خلال 17\1\2000.

الشكل (9)

خريطة سطحية على مستوى 1000 هكتوباسكال ليوم 17\1\2000



* **www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.htm l**

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (4)

المتغيرات الجوية التي رافقت هذه الوضعية السينوبتيكية في 17\1\2000

المتغيرات الجوية	محطة اربد
درجة الحرارة الصغرى	**-1**
درجة الحرارة العظمى	**11.6**
كمية الغيوم **بأثمان**	**0**
سرعة الرياح	**0**
الرطوبة النسبية	**51**
اتجاه الرياح	**جنوبية شرقية.**
نوع الصقيع السائد	**الإشعاعي**

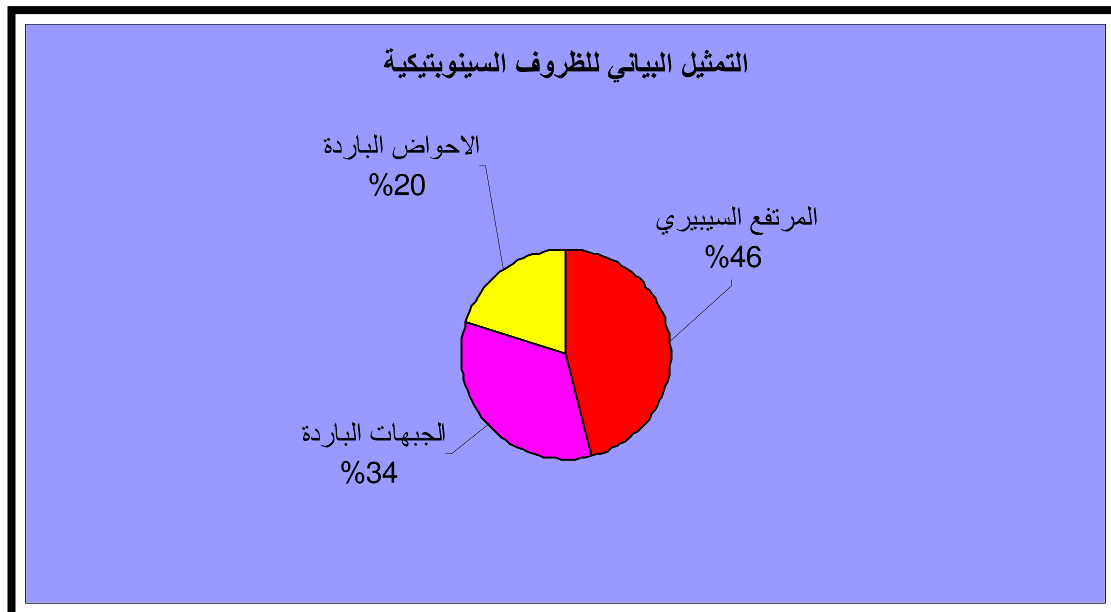
*** المصدر: النشرة السنوية للمعلومات المناخية في الأردن، دائرة الأرصاد الجوية 2000.**

تبين للدراسة من خلال تحليل الخرائط السطحية على مستوى 1000 هتكوباسكال و الخرائط العلوية على مستوى 500 هتكوباسكال، للأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى لصفر المئوي أو مادون؛ أن المرتفع السيبيري يحتل المرتبة الأولى من بين العوامل السينوبتيكية المسببة لحدوث الصقيع في منطقة الدراسة، ويأتي عامل الأحواض العليا في المرتبة الثانية، ثم الجبهات الباردة، كما في الشكل رقم (10) حيث يظهر من خلاله أن المرتفع السيبيري قد حدث بنسبة 46%، بينما بلغت نسبة حدوث الجبهات الباردة 34%، أما الأحواض العليا الباردة فقد كانت 20%.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (10)

الظروف السينوبتيكية التي ظهرت على خرائط الطقس خلال فصل الشتاء في مدينة اربد



ب_عوامل جغرافية ثابتة و ظروف جوية محلية:

من العوامل الأساسية التي تتحكم في درجة الحرارة الموقع الجغرافي و علاقته بالمناخ العام السائد في المنطقة، إضافة إلى الطبوغرافية و بخار الماء الموجود في الجو، سرعة الرياح، كمية الغيوم و نوعيتها، وسوف تتناول الدراسة بعض هذه العوامل بالشرح الموجز لمعرفة أثرها على حالات حدوث الصقيع أو نقصانهِ:

- **الرطوبة Humidity**

هي عبارة عن كمية بخار الماء الموجود في الهواء (خاصة في طبقة التروبوسفير)، يؤثر بخار الماء الموجود في التربة و الهواء في الحدّ من الانخفاض المفاجئ لدرجة حرارة الهواء أو التربة، إذ يعتبر وجود بخار الماء في الجو عنصر ضروري لحفظ حرارة الأرض فهو يمتص الحرارة التي تشعها الأرض ويقلل من تسربها إلى الطبقات العليا، وعندما يتجمد بخار الماء يطلق قدرا من الحرارة تخفض من شدة الصقيع على النباتات (مركز البحوث، 2010).

ومن الضروري ذكره أن قيمة الرطوبة النسبية لا تؤثر أساسا على حدوث الصقيع إلا أنها تحدد نوع الصقيع (الأبيض و الأسود)، ومدى تأثيره على المحاصيل الزراعية. فإذا انخفضت درجة الحرارة دون الصفر المئوي وكانت الرطوبة النسبية منخفضة يحدث إنجماد للمياه في أوراق وسيقان النباتات، وبالتالي تخترق الألياف النباتية و تتمزق، وهذا يسمى بالصقيع الأسود. أما إذا انخفضت درجة حرارة الهواء وكانت الرطوبة النسبية مرتفعة فيحدث

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

عندها تكاثف وتتشكل بلورات جليدية تتساقط على السطوح الأفقية والنباتات ويسمى هذا بالصقيع الأبيض، وفي كلتا الحالتين يحدث الصقيع و يؤثر على المزروعات (المعايعة، 2004)

- **طبوغرافية الأرض**

تلعب الطبوغرافية دورا كبيرا في حدوث الصقيع من خلال اختلاف درجة الحرارة في الليل و النهار، وما ينتج عن ذلك من انقلابات حرارية حادة تؤدي إلى حدوث الصقيع، و ينتج أيضا الصقيع بسبب حدوث نسيم الجبل في الليل عندما يهبط الهواء البارد من قمم الجبال إلى الأودية فيحدث الصقيع.

- **سرعة الريح**

يتأثر الأردن خلال السنة بنظامين من نظم الرياح العامة، حيث تسود الرياح الغربية أو الجنوبية الغربية التي ترافق المنخفضات الجوية في فصل الشتاء، ويرافق هذه المنخفضات كتل هوائية قطبية باردة تهب من مراكز الضغط المرتفع التي تقع في وسط وشمال أوروبا. في حين تسود الرياح الشمالية أو الشمالية الغربية في فصل الصيف و التي تهب من مراكز الضغط المرتفع فوق هضاب أرمينيا و الأناضول (شحادة، 1991).

وتوثر سرعة الرياح في الظواهر الجوية ومن هذه الظواهر الصقيع، ومن خلال تحليل البيانات الخاصة بسرعة الرياح أثناء حدوث الصقيع في منطقة إربد، تبين أن سرعة الرياح ترتبط بحدوث الصقيع ارتباط شديد، فإذا كانت سرعة الرياح عالية فان ذلك يقلل من إمكانية حدوث الصقيع، وذلك لان هذه الحركة تعمل على خلط طبقة الهواء الباردة القريبة من السطح المتشكلة بواسطة الإشعاع الأرضي مع طبقة الهواء الدافئة الموجودة فوقها، وهذا يؤدي إلى التقليل من حدوث الصقيع. أما إذا كان هناك سكون في حركة الريح فإن ذلك سيؤدي إلى زيادة فقدان الأرض للحرارة وبالتالي تشكل الصقيع وخاصة الصقيع الإشعاعي، ويحدث العكس في حالة الصقيع المتحرك إذ تزيد الرياح من أضرار الصقيع المتحرك.

- **الغيوم**

تؤثر الغيوم على حدوث الصقيع حسب كميتها و ارتفاعها، فتزداد شدة الصقيع عندما تكون السماء صافية و خالية من الغيوم، فإذا كانت السماء صافية زاد فقدان الحرارة الأرضية بالإشعاع وازداد تبرد سطح الأرض الأمر الذي يهيئ ظروف مناسبة لتكون الصقيع الإشعاعي، والعكس صحيح فإذا كانت كمية الغيوم التي تغطي السماء كبيرة فان ذلك يحد من تكون الصقيع، لان هذه الغيوم تحافظ على حرارة سطح الأرض إذ تعيد قسما من إشعاع الأرض إليها ثانية فتحفظ حرارة الأرض. كذلك يختلف تأثير الغيوم على حدوث الصقيع حسب

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

ارتفاعها، فالغيوم المنخفضة تقلل من ضياع الحرارة بالإشعاع وتمنع حدوث الصقيع بينما الغيوم المرتفعة و المتفرقة فقليلا ما تؤثر في الحد من شدة الصقيع.

التباين السنوي و الشهري لحدوث الصقيع في منطقة الدراسة:

تختلف حالات حدوث الصقيع المسجلة في منطقة إربد من سنة إلى أخرى، كما تتباين من شهر إلى آخر داخل السنة الواحدة، وتمّ رصد حالات الصقيع و تسجيلها خلال أشهر الشتاء (كانون أول، كانون ثاني، شباط، آذار) خلال فترة الدراسة في إربد، ومن خلال الجدول (5) نلاحظ التباين السنوي الواضح حيث حدث في عام 1985 عشر حالات وفي 1992 عشرين وفي عام 2006 حالتين، آما في 2010 سجل 0 حالة.

جدول (5)

التوزيع السنوي و الشهري لعدد أيام حدوث الصقيع في منطقة إربد خلال الفترة (2010-1979)

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	كانون أول	المجموع
1979	0	0	0	1	1
1980	3	5	2	0	10
1981	0	0	0	1	1
1982	3	4	3	2	12
1983	11	4	0	0	15
1984	1	0	0	1	2
1985	1	2	7	0	10
1986	2	5	0	4	11
1987	1	0	0	1	2
1988	1	1	0	1	3
1989	5	2	0	0	7
1990	9	0	0	1	10
1991	1	0	0	2	3
1992	9	2	4	5	20
1993	4	2	0	0	6
1994	0	3	0	0	3
1995	0	1	0	0	1

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	كانون أول	المجموع
1996	1	0	0	0	1
1997	0	6	0	0	6
1998	2	0	0	0	2
1999	0	0	0	1	1
2000	5	0	0	0	5
2001	2	0	0	0	2
2002	4	0	0	0	4
2003	1	1	0	1	3
2004	0	0	0	3	3
2005	2	2	0	0	4
2006	0	0	0	2	2
2007	1	1	0	0	2
2008	6	1	0	0	7
2009	1	0	0	0	1
2010	0	0	0	0	0
المجموع	76	42	16	26	160

* المصدر: الباحثة

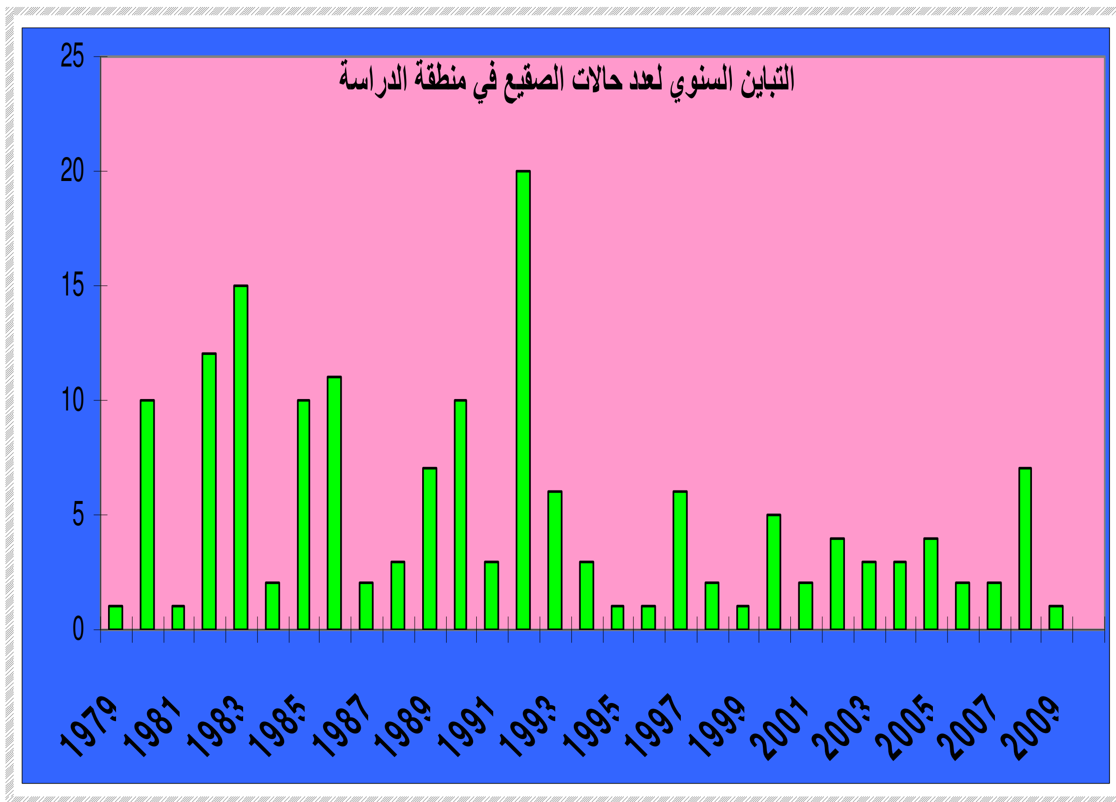
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

التباين السنوي لحالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة:

يبين الشكل رقم (11) التباين السنوي لحدوث الصقيع في اربد، ففي سنة 1981، 1979 لم تشهد أي حالة صقيع مقارنة بسنة 1983 التي سجلت 15 حالة صـقيع و 1992 التـي سجلت 20 حالة صقيع، وهناك مجموعة من السنوات التي شهدت حالات بسيطة جدا مثل سنة 1987، 1988، 1995، 1999، 2001، 2003،2006 ، حيث أن هذه السنوات سجلت من حالة إلى حالتين صقيع طوال فترة الدراسة، ويعود سبب هذا التباين في حدوث الصقيع من سنة إلـى أخرى إلى اختلاف قوة المرتفع السيبيري و امتداده نحو منطقة شرق البحر المتوسط بالإضـافة إلى اختلاف عدد الجبهات الهوائية الباردة التي تتأثر و كذلك المنخفضات الجوية فقـد كانـت سنوات 1979، 1983 من السنوات الجافة.

الشكل(11)

التباين السنوي لحدوث الصقيع في إربد خلال الفترة 1979-2010م



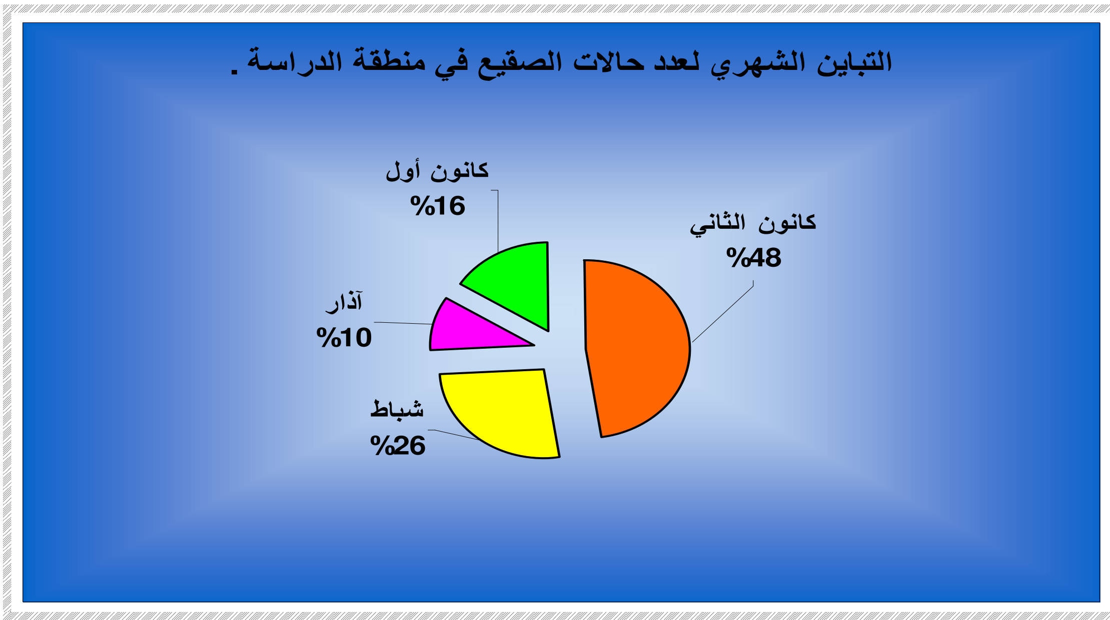
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

التباين الشهري لعدد حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة إربد

يبين الشكل رقم (12) التباين الشهري لحدوث الصقيع في مدينة اربد، حيث يبدو واضحا أن معظم حالات حدوث الصقيع حدثت في شهر كانون الثاني فقد حدث خلاله 67 حالة أي مـــا نسبته 48 % من مجموع حالات حدوث الصقيع، ويأتي شهر شباط في المركـــز الثـــاني 42 حالة بنسبة 26 % ثم تنخفض عدد الحالات التي سجلت في كانون أول و شهر آذار.

الشكل (12)

التباين الشهري لحالات حدوث الصقيع في إربد خلال أشهر الشتاء



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

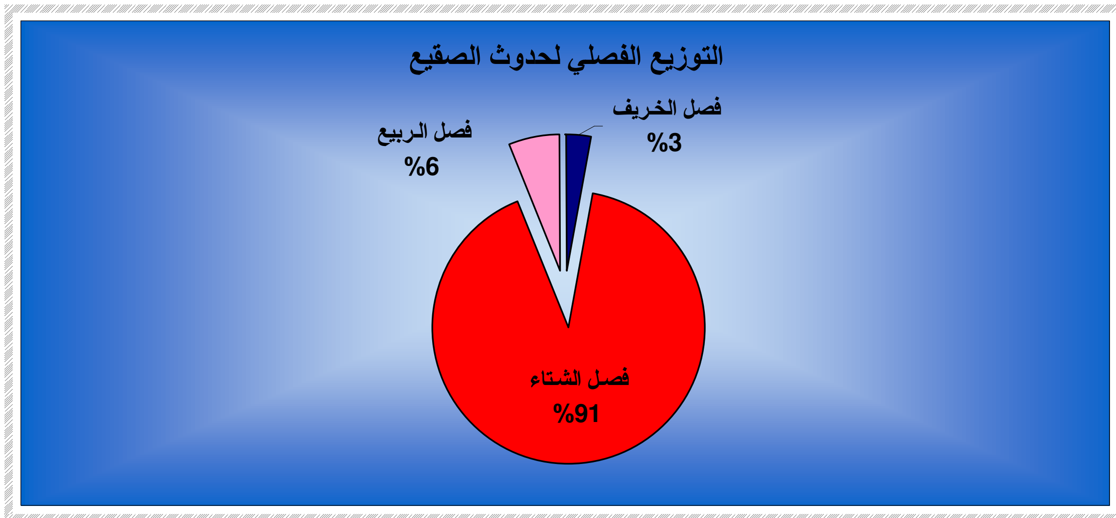
التوزيع الفصلي لحدوث الصقيع في الأردن

يبدأ حدوث الصقيع عادة في فصل الخريف و يبلغ أوجه في فصلي الشتاء و الربيع، حيث يبدأ تأثير المرتفع السيبيري المصحوب بليالي صافية و هادئة مما يساعد على فقدان سطح الأرض لكميات كبيرة من الإشعاع الأرضي و على حدوث انقلاب حراري (Thermal inversion)، و بالتالي انخفاض درجة الحرارة الصغرى و حدوث الصقيع.

ولابد من الإشارة إلى أن فصل الشتاء يحتل المركز الأول من حيث تكرار مرات حدوث الصقيع بنسبة 91 %، ثم يأتي فصل الربيع بنسبة 6% و فصل الخريف بنسبة 3% (الحسبان 1996،) ويبين الشكل (13) التوزيع الفصلي لحالات حدوث الصقيع.

الشكل (13)

التوزيع الفصلي لحدوث الصقيع في الأردن



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الثالث

أثر التّغير المناخي على درجة الحرارة

- أثر التّغير المناخي على درجة الحرارة السنوية الصغرى في محافظة إربد.
- أثر التّغير المناخي على المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لفصل الشتاء في محافظة إربد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الثالث

أثر التّغير المناخي على درجة الحرارة

أثر التّغير المناخي على درجة الحرارة السنوية الصغرى في محافظة إربد

اعتمدت الدراسة على تحليل المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لأشهر الشتاء (كانون أول، وكانون ثاني، وشباط،و آذار) في إربد خلال الفترة (1979-2010)م، وفي محطة سمر خلال الفترة 19985-2010))م، وقد تمّ إخضاع المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى للتحليل الإحصائي عن طريق استخدام الوسائل الإحصائية التالية:

أ-الفرو قات المتجمعة Cumulated Sums .

ب-المتوسطات المتحركةMoving Averages .

ج-نموذج الانحدار الخطي Regression Line .

الفروقات المتجمعة[1]:

تم استخدام هذا الأسلوب للكشف عن طبيعة التغير في درجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة، وذلك من خلال تحليل المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى السنوية و الشهرية خلال أشهر الشتاء في منطقة إربد.

المتوسطات المتحركة:

استخدم أسلوب المتوسطات المتحركة من أجل تحديد شكل الاتجاه العام للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى، والتخلص من الذبذبات التي تعمل على تشويه شكل الاتجاه العام، وفي هذه الدراسة تم استخدام متوسط متحرك (5) سنوات.

الانحدار الخطي:

يستخدم الانحدار الخطي للكشف عن طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل Independent) (Variable و المتغير التابع (Dependent Variable)، ويمثل المتغير المستقل سنوات الدراسة، بينما يمثل المتغير التابع (المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى).

- **الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى:**

يبين الشكل(14) منحنى الفروقات المتجمعة للمعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى، حيث تظهر الفترات التي تشهد تناقصاً على شكل منحنى هابط، كما تظهر الفترات التي تشهد

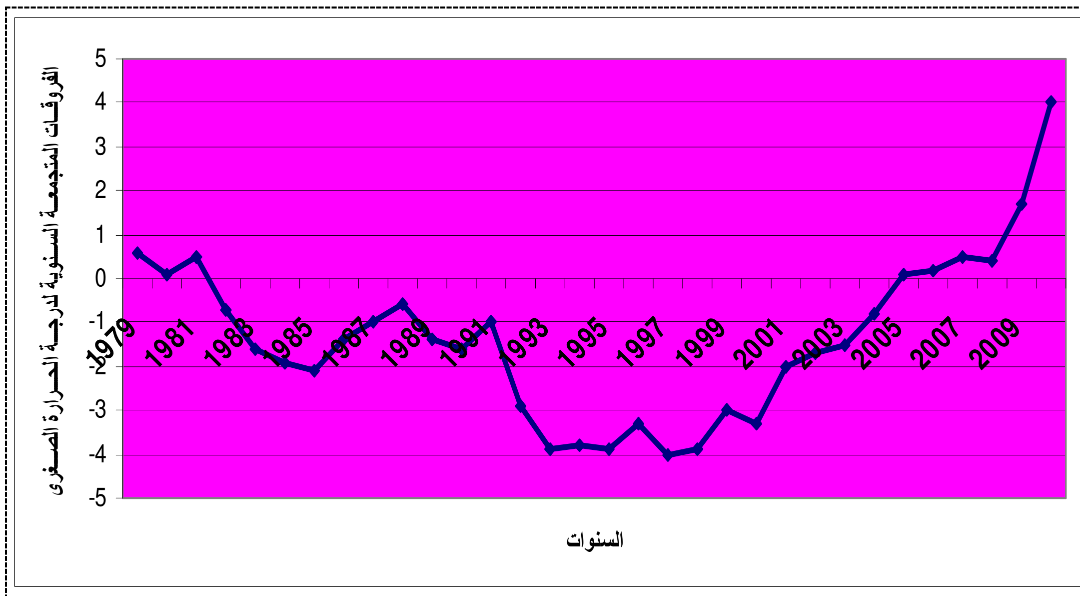
[1] للمزيد انظر الفصل الأول -منهجية الدراسة .

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

زيادة على شكل منحنى صاعداً للأعلى، وكما هو مبين من الشكل(14)، أن المنحنى كان هابطاً خلال الفترة 1979-1999 م وهذا يدل على تزايد عدد مرت حدوث الصقيع، وكـان صـاعداً خلال الفترة 2000-2010م مما يشير لارتفاع معدل درجة الحرارة الصغرى خلال آخر عـشر سنوات من فترة الدراسة تناقص عدد مرات حدوث الصقيع، حيث بلغ المعدل الـشهري لـسنة 2010 (8.1)درجة مئوية مقارنة مع المعدل السنوي لدرجة الحرارة الـصغرى (6.3) درجـة مئوية خلال فترة الدراسة.

الشكل (14)

الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة إربد

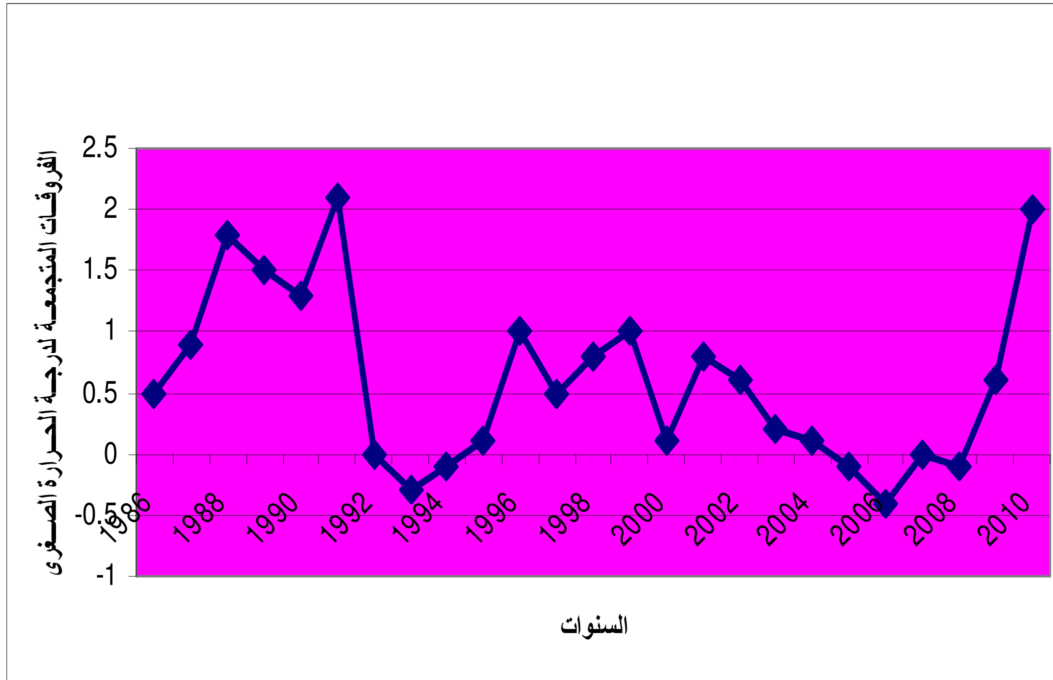


يلاحظ من خلال الشكل (15) أنة لا يظهر في محطة سمر التغير نفسه الذي ظهـر فـي محطة إربد، و لا يظهر ارتفاع في درجة الحرارة إلا في السنوات الثلاثة الأخيرة. أما في بقية المنحنى فالاتجاه العام لتناقص الحرارة هو النمط السائد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (15)

الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة سمر

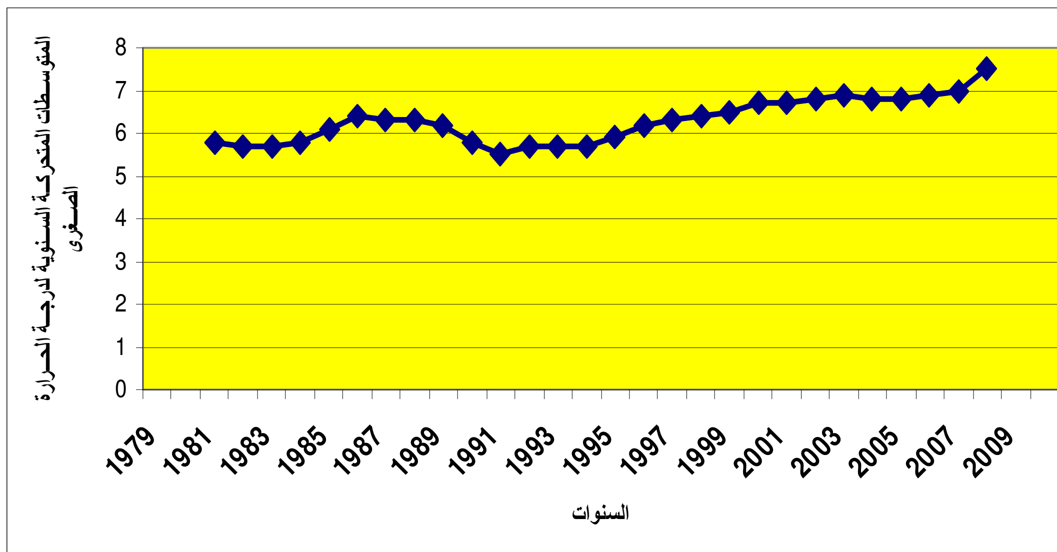


المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى:

نلاحظ من خلال الشكل (16) المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى في محطة إربد، حيث يظهر مسار درجة الحرارة الصغرى في ارتفاع مستمر.

الشكل (16)

المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة إربد

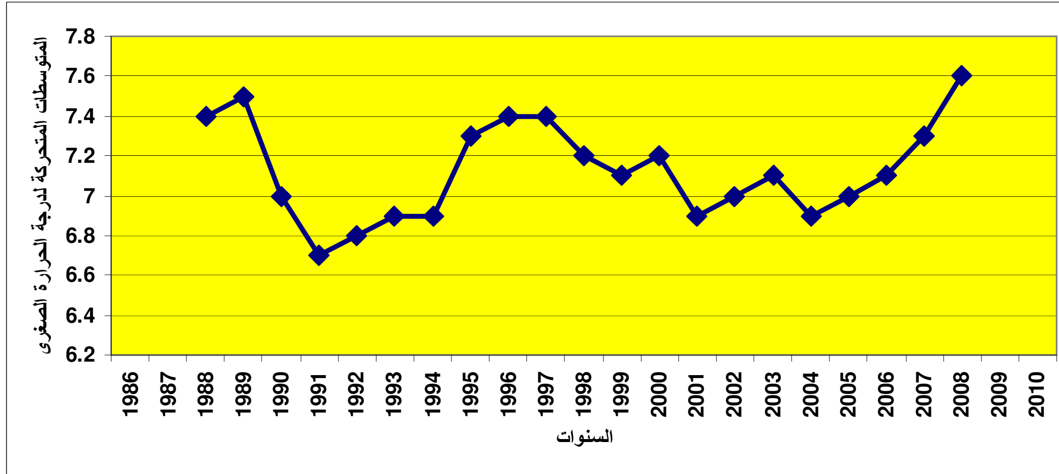


All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

يبين الشكل (17) المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى في محطة سمر، لا يوضح الشكل التغير في درجة الحرارة الصغرى كما هو في الشكل السابق لمحطة إربد، بحيث لا يظهر ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى إلا في السنوات الأخيرة من الدراسة.

الشكل (17)

المتوسطات المتحركة لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة سمر



الانحدار الخطي لدرجة الحرارة السنوية الصغرى:

ويبين الجدول رقم (6) قيمة (b) التي تمثل معامل الانحدار وتبلغ قيمتها في محطة إربد (.043) وهذه القيمة الموجبة تدل على ازدياد درجة الحرارة الصغرى في مدينة إربد، كما تدل قيمة (b) أن هناك علاقة طردية بين المتغيرين، أي كلما زادت الفترة الزمنية زاد المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى، وهذا يعني أن قيمة المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى تزداد مع وجود دلالة إحصائية بلغت(.006)، أما محطة سمر فقد بلغت فيها قيمة b 0.023 و هذا يدل على و جود زيادة في درجة الحرارة الصغرى.غير أن هذه الزيادة ليست كبيرة كما أنها لا تحمل دلالة إحصائية، كما هو موضح في الجدول (6).

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (6)

معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة السنوية الصغرى خلال فصل الشتاء –لمحطات الدراسة

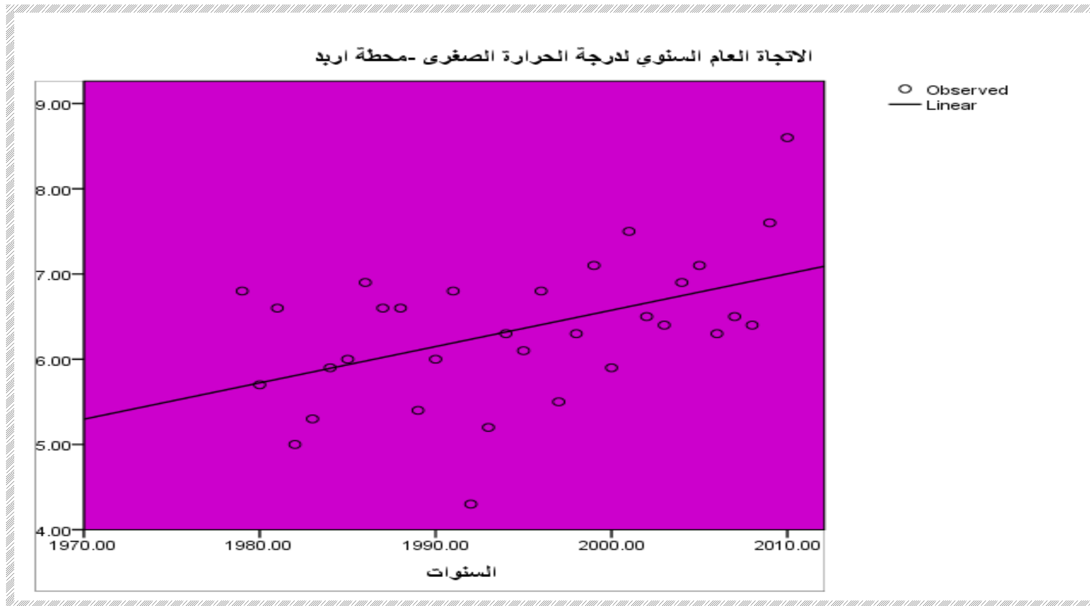
المحطة	معامل الانحدار (b)	مستوى الدلالة الإحصائية
محطة اربد	0.043	.006*[1]
محطة سمر	0.023	0.264

الاتجاه العام للانحدار:

يوضح الشكل (18) الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية الصغرى في مدينة إربد، إذ يمثل هذا الاتجاه علاقة خطية بين المتغيرين (السنة، درجة الحرارة الصغرى) على شكل خط انحدار صاعد يتجه في مسار الارتفاع المستمر، خلال فترة الدراسة – محطة إربد.

الشكل (18)

الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة إربد



يظهر من خلال الشكل (19) أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى يتجه نحو الارتفاع و قد عبر عن ذلك بخط الانحدار الصاعد إلى أعلى و الذي يدل على الزيادة في درجة الحرارة الصغرى للفترة (1985-2010)م في محطة سمر إلا أن هذه الزيادة ضعيفة.

[1] تعني * ان هناك دلالة احصائية اقل من 5%

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (19)

الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية الصغرى –محطة سمر



أثر التّغير المناخي على المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء في محافظة إربد

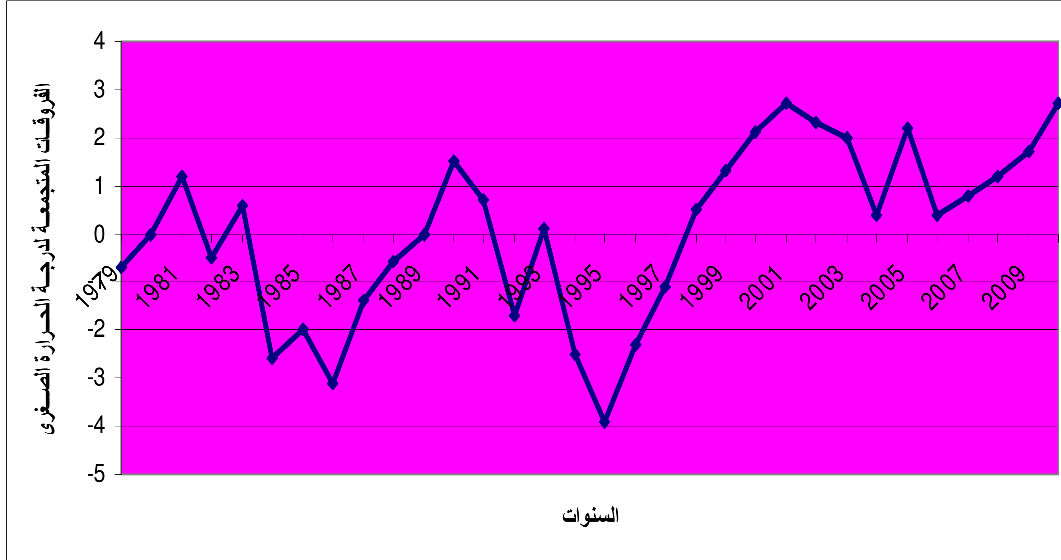
الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى:

تبين الأشكال(23-20) نتائج الفروقات المتجمعة خلال الفترة (1979-2010)م في محطة إربد لأشهر الشتاء (كانون أول، وكانون ثاني، وشباط،و آذار)، إذ يظهر من خلال تحليل السلاسل الزمنية للفروقات المتجمعة أن هناك ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى يظهر ذلك الارتفاع على شكل منحنى صاعداً إلى الأعلى من سنة (2000-2010)م بغض النظر عن الذبذبات القصيرة المدى.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

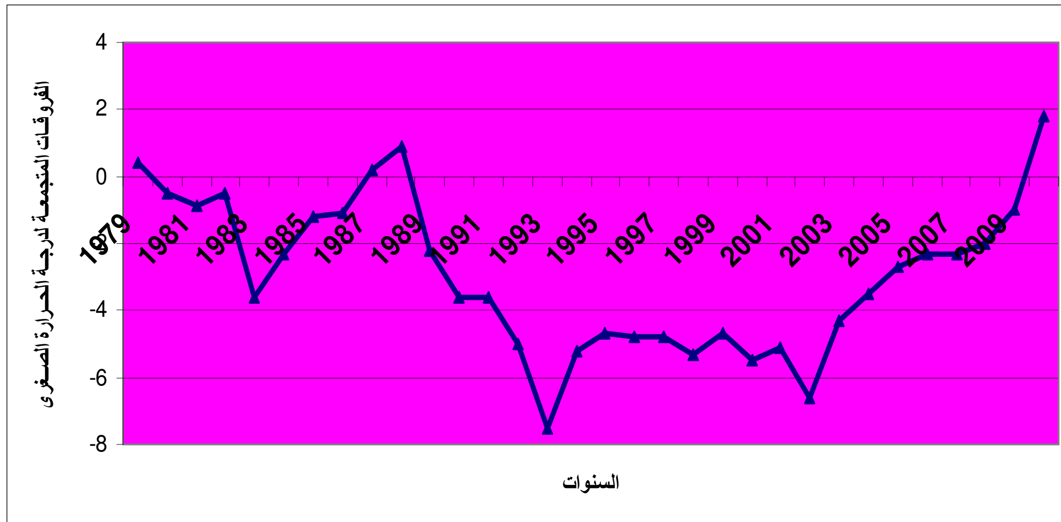
الشكل(20)

الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر كانون أول–محطة إربد



الشكل (21)

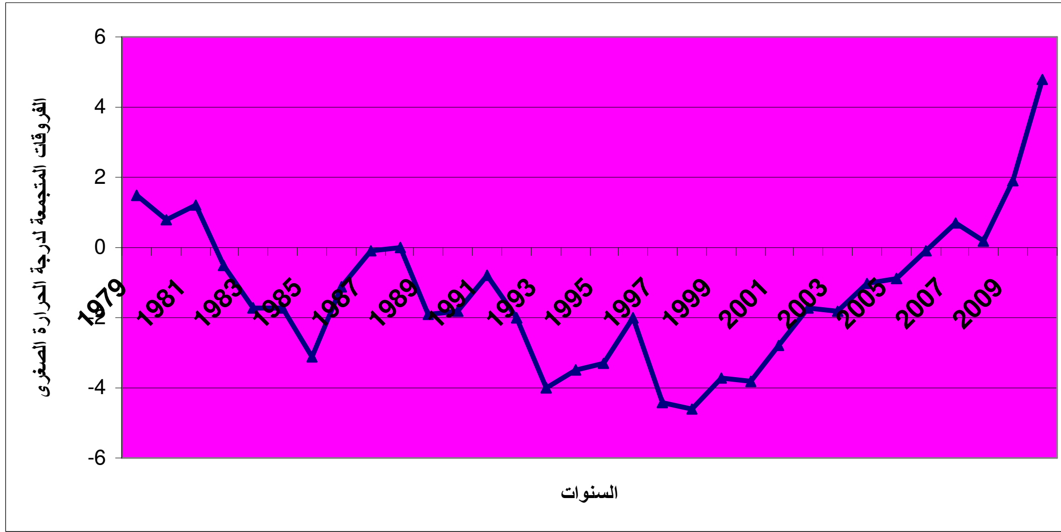
الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر كانون الثاني



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

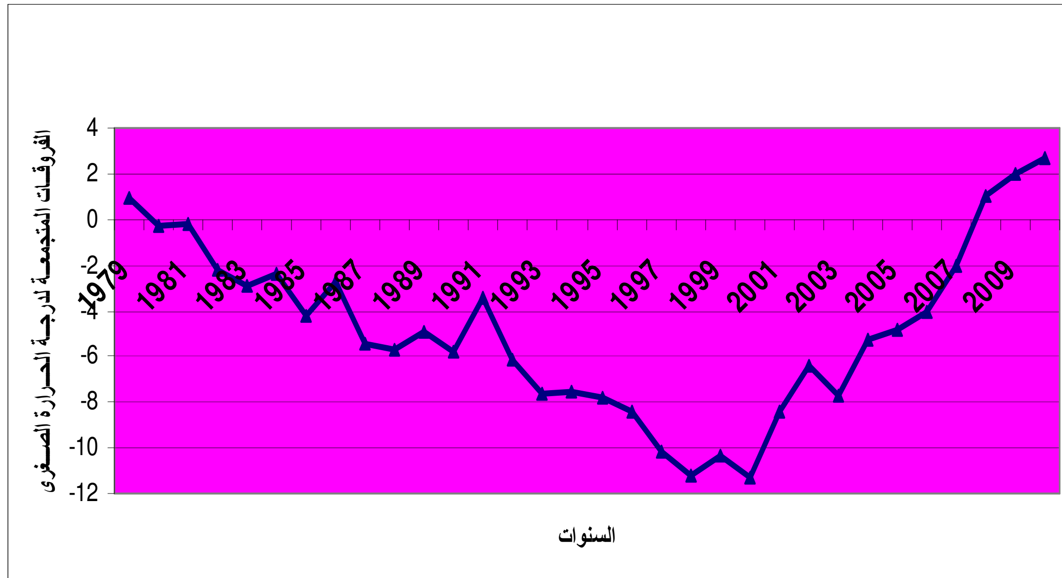
الشكل (22)

الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر شباط –محطة إربد



الشكل (23)

الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر آذار

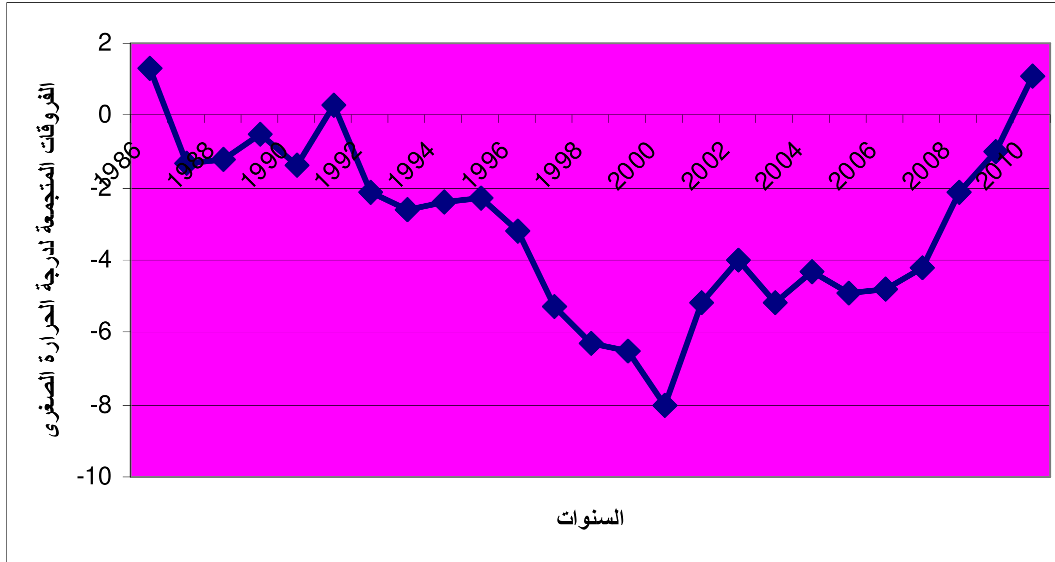


كما قامت الدراسة بتحليل المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة سمر خلال الفترة (1986-2010 م)، فتبين أن درجة الحرارة الصغرى لم تشهد ارتفاع في واضحة و ملموسة خلال أشهر الشتاء كانون أول، كانون الثاني، وشباط، باستثناء شهر آذار كما في الشكل(24) إذ يوضح الشكل أن هناك ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى خلال شهر آذار عبّر عن هذا الارتفاع بمنحنى صاعد إلى الأعلى.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (24)

الفروقات المتجمعة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر آذار –محطة سمر

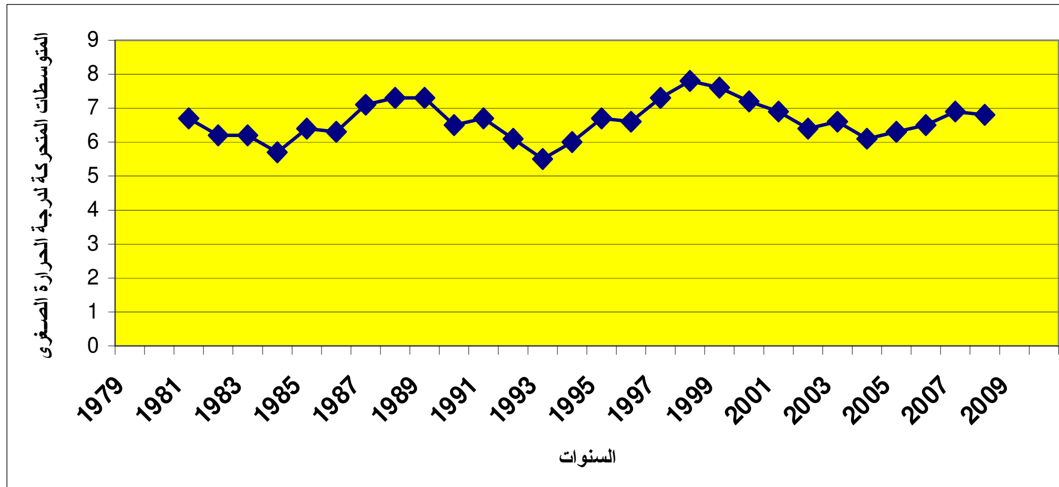


المتوسطات المتحركة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى:

دعمت نتيجة الفروقات المتجمعة بنتيجة المتوسطات المتحركة التي أكدت على وجود ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى من عام 2000-2010 م،و تبين الأشكال (28 -25) نتائج المتوسطات المتحركة في محطة إربد خلال الفترة (1979-2010)م فقد دلت النتائج على وجود ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى، و هذا الارتفاع ظهر في جميع أشهر الشتاء من عام 2000-2010م.

الشكل (25)

المتوسطات للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر كانون أول

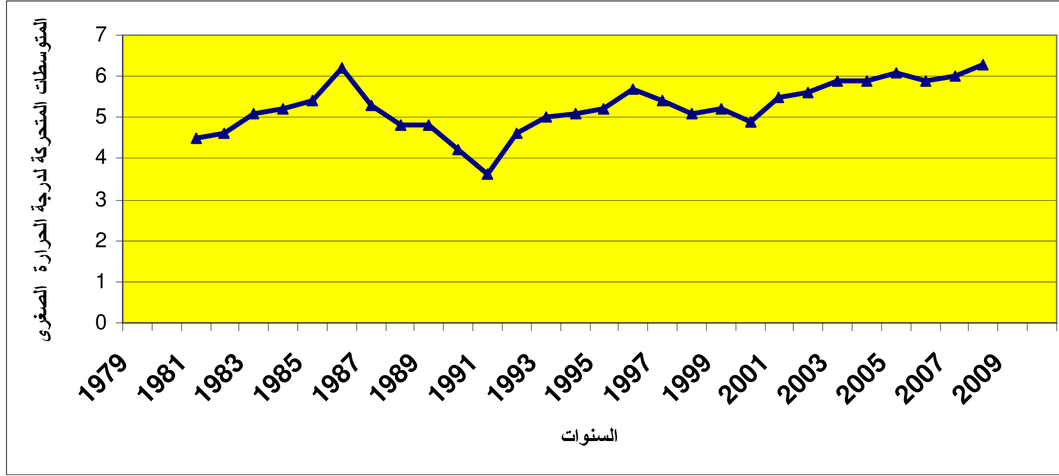


All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (26)

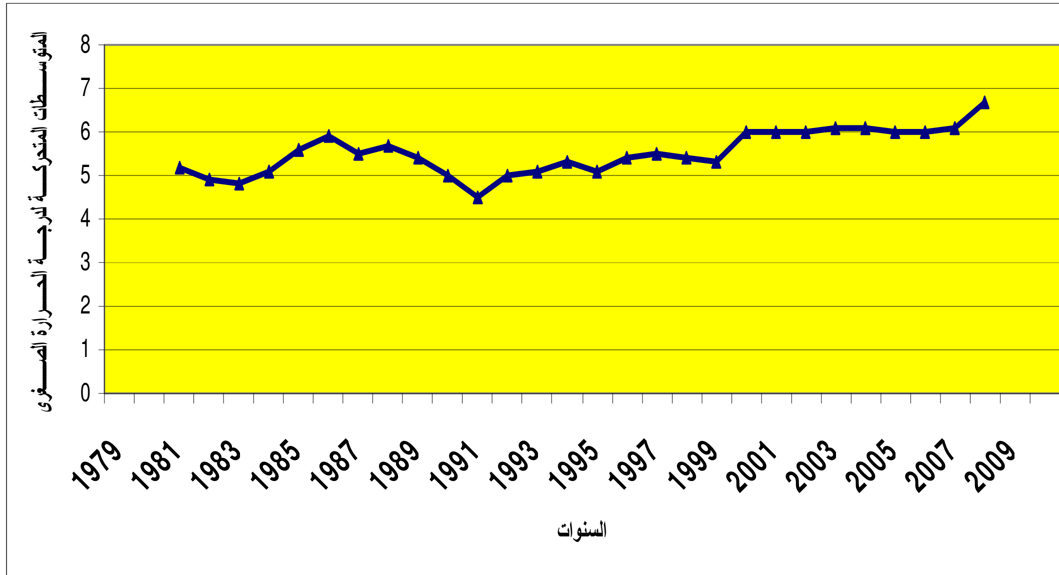
المتوسطات المتحركة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر كانون الثاني

محطة إربد



الشكل (27)

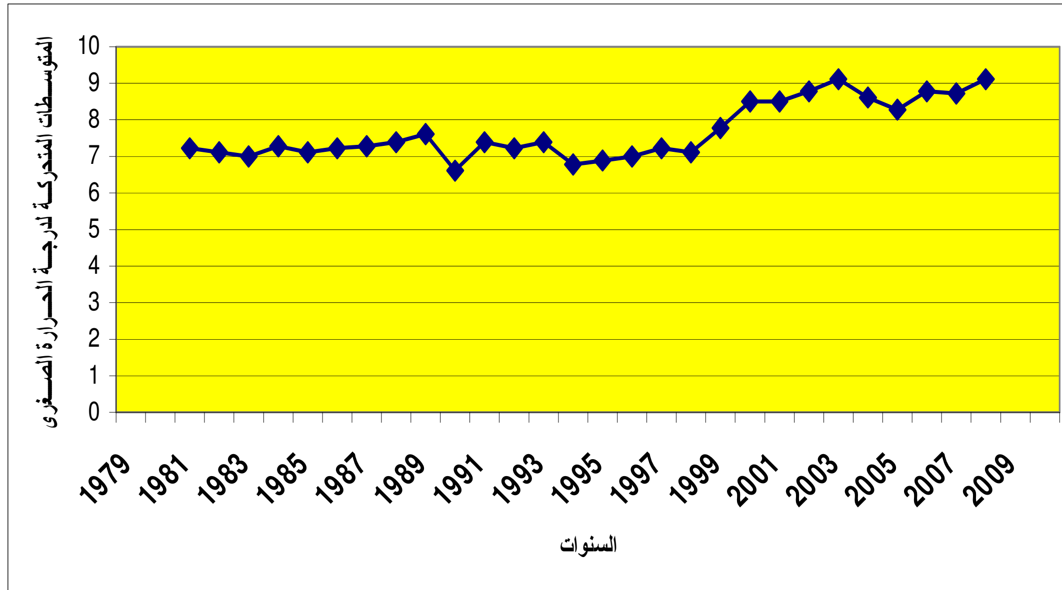
المتوسطات المتحركة للمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى لشهر شباط –محطة إربد



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (28)

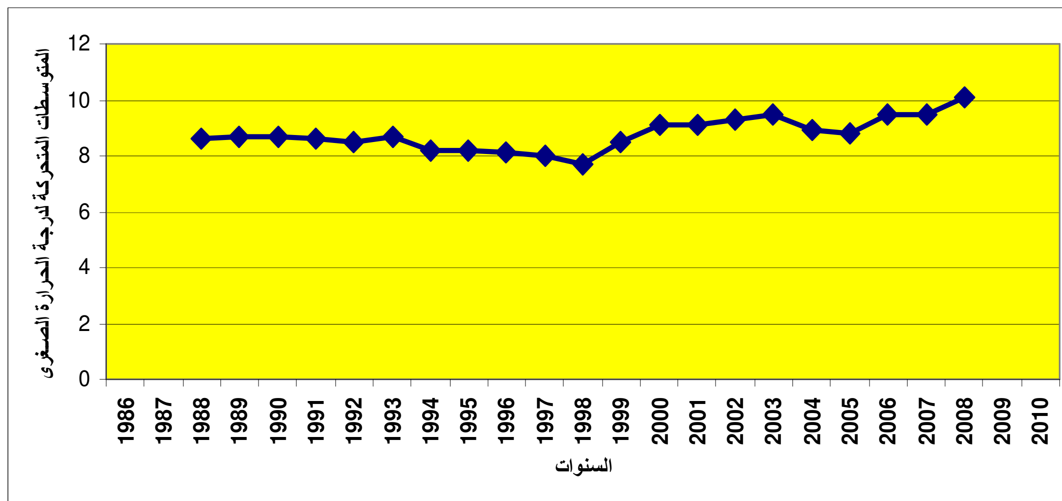
المتوسطات المتحركة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر آذار –محطة إربد



ومن خلال تحليل معدل درجة الحرارة الصغرى في محطة سمر، باستخدام المتوسطات المتحركة تبين أنه لا يوجد أي ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى لأشهر الشتاء كـانون أول، وكانون الثاني،و شباط، باستثناء شهر آذار و يبين الشكل (29) المتوسطات المتحركة للمعـدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر آذار في محطة سمر إذ يظهر اتجاه زيادة درجة الحرارة الصغرى من سنة 1999م لغاية نهاية المسار لدرجة الحرارة الصغرى.

الشكل (29)

المتوسطات المتحركة للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر آذار –محطة سمر



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الانحدار الخطي للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى:

تبين الجداول (8-7) نتائج الانحدار الخطي لدرجة الحرارة الصغرى في محطات الدراسة خلال أشهر الشتاء، حيث تشير إلى أن هناك اتجاها عام لارتفاع درجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة، وتختلف قيمة هذا الارتفاع من شهر إلى آخر.

يلاحظ من خلال الجدول (7) أن قيمة الانحدار الخطي كانت اقل قيمة في شهر كانون أول (0.017) ودلت هذه القيمة على وجود زيادة في المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى و لكن ليست كبيرة، ولا يوجد لها دلالة إحصائية، بالتالي فإنّ الاتجاه العام لها لم يكن واضحاً كما في الشكل (30)،و أعلى قيمة ل(b) كانت في شهر آذار إذ بلغت(0.050) وبمستوى دلالة (0.009) فكان الاتجاه العام لشهر آذار واضحاً و هذا يدل على أن هناك زيادة واضحة في درجة الحرارة الصغرى لهذا الشهر كما هو واضح في الشكل رقم(33). أما بقية أشهر الشتاء، كانون ثاني، شباط فقد كانت قيم معامل الانحدار لها متشابهة إذ بلغت(.028) وهذا يدل على وجود زيادة في درجة الحرارة الصغرى، بدلالة إحصائية اقل من 5% كما في الشكل (31) و الشكل (32) على التوالي.

جدول (7)

معامل الانحدار للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى –إربد

أشهر الشتاء	قيمة b	مستوى الدلالة الإحصائية
كانون أول	0.017	0.537
كانون ثاني	0.040	0.086**
شباط	0.044	0.030*
آذار	0.073	0.009*

يوضح الجدول(8) معامل الانحدار للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في محطة سمر، أن الزيادة في درجة الحرارة الصغرى كانت أقل قيمة في شهر كانون أول، آما كانون الثاني فقد كانت الزيادة أكبر فبلغت (0.009) و استمرت قيمة b في الزيادة حتى شهر آذار، إذ بلغت (0.070) بدلالة إحصائية(0.008).

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (8)

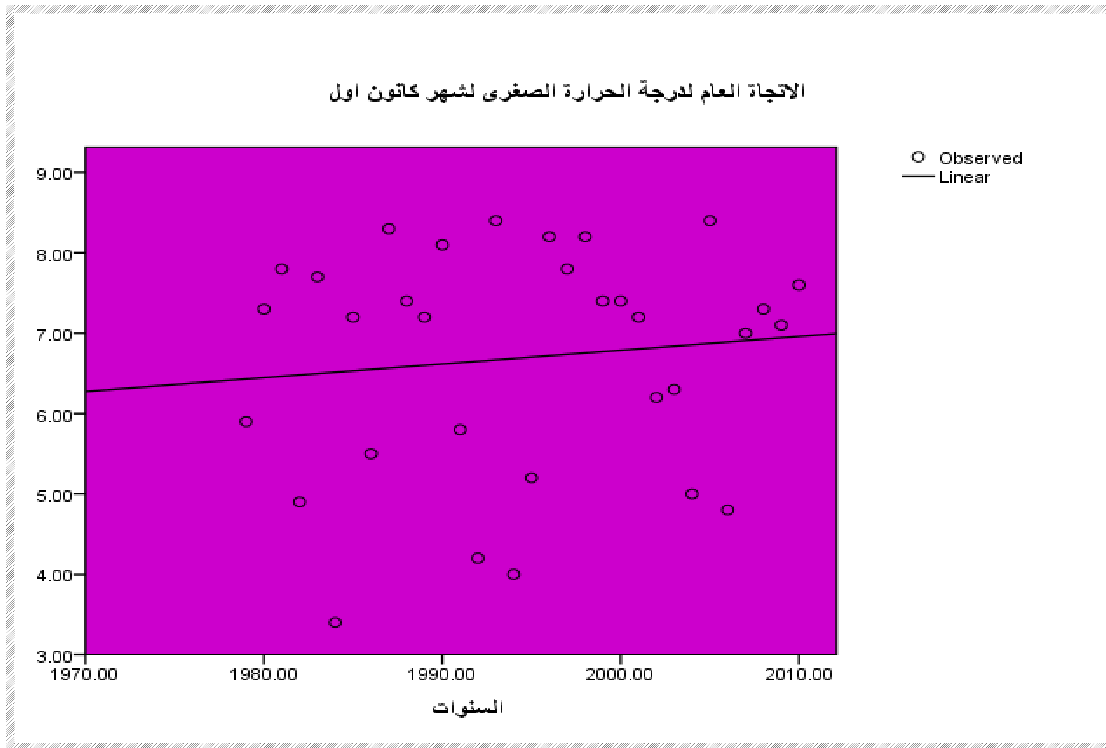
معامل الانحدار للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى –سمر

أشهر الشتاء	قيمة b	مستوى الدلالة الإحصائية
كانون أول	0.001	0.972
كانون ثاني	0.009	0.809
شباط	0.010	0.591
آذار	0.070	*0.008

الاتجاه العام للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال أشهر الشتاء:

الشكل (30)

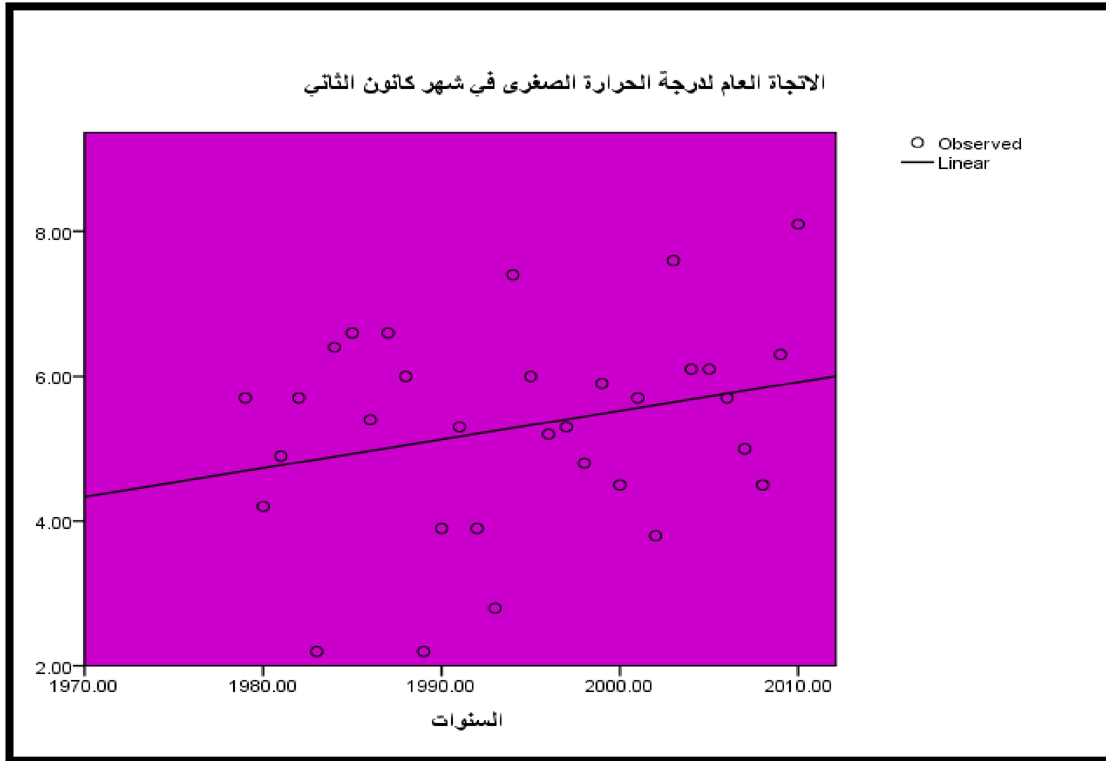
الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى في شهر كانون الأول –محطة إربد



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

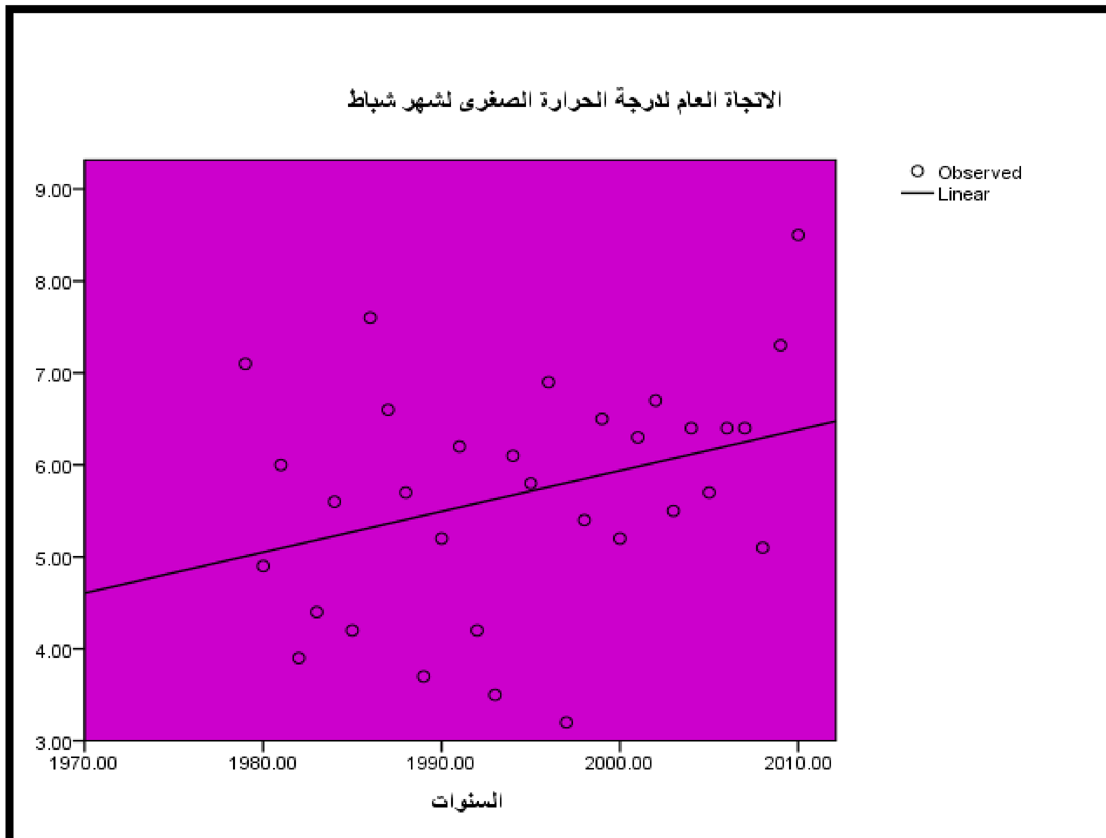
الشكل (31)

الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر كانون الثاني – محطة إربد



الشكل (32)

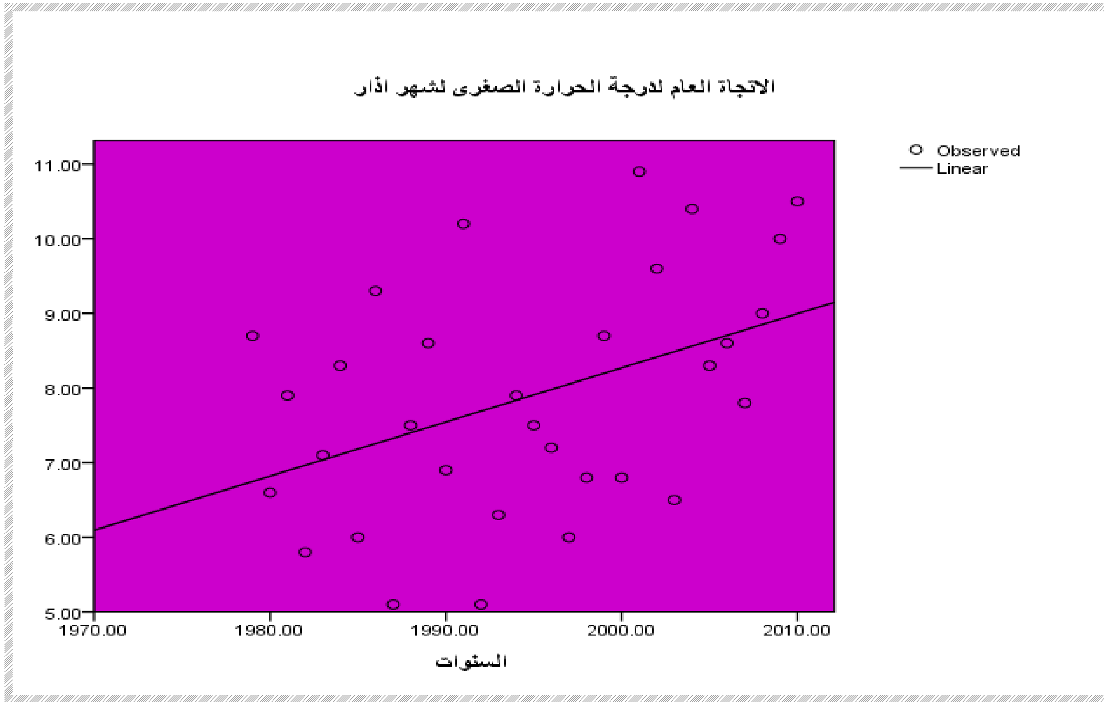
الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر شباط –محطة إربد



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (33)

الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر آذار – محطة إربد



كما تبين للدراسة أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى في محطة سمر لأشهر الشتاء كانون أول،و كانون ثاني، و شباط؛ لم يشير إلى أي زيادة في درجة الحرارة الصغرى،بحيث كان خط الانحدار موازي للمحور السيني، وهذا يدل على عدم وجود اتجاه لارتفاع درجة الحرارة الصغرى؛ باستثناء شهر آذار فكما هو موضح في الشكل (34) يظهر بوضوح أن هناك ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى لشهر آذار في محطة سمر.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (34)

الاتجاه العام للمعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهر آذار– محطة سمر



كشفت جميع الطرق الإحصائية التي تم استخدامها عن ارتفاع في المعدل السنوي و الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة، و قد توافقت هذه النتائج مع نتائج أبحاث كثيرة توقعت ارتفاع في درجة الحرارة الصغرى خاصة تقارير منظمة IPPC التي أكدت أن السنوات 12 الماضية 1994-2006 م من أحرّ السنوات في سجل قياس درجات الحرارة منذ 1850 م، و أكد Jones أن درجة حرارة الأرض زادت بمعدل 0.5م ْ خلال القرن العشرين.

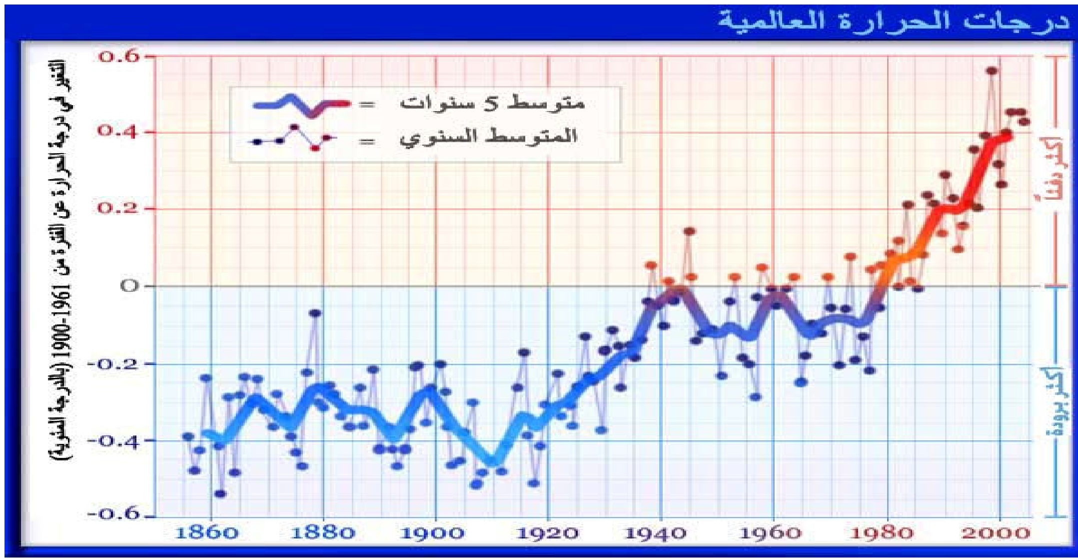
ويتفق مع ذلك Singer الذي أكد وجود زيادة في متوسط درجات الحرارة الصغرى منذ منتصف الثمانينات في عمان يشابه ما حصل على مستوى العالم، فقد سجلت في هذه الفترة 7 سنوات من اشد السنوات حرارة في القرن العشرين، وهي 1995،1994،1991،1990،1989،1988،1987.

كما يؤكد الشكل (35) التغير على درجات الحرارة فيظهر أن هناك ارتفاع واضح في درجات الحرارة العالمية خلال 100 سنة الماضية و حتى عام 2000 م، وقد استخدم المتوسط العدد 5 سنوات لرسم منحنى درجات الحرارة.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (35)

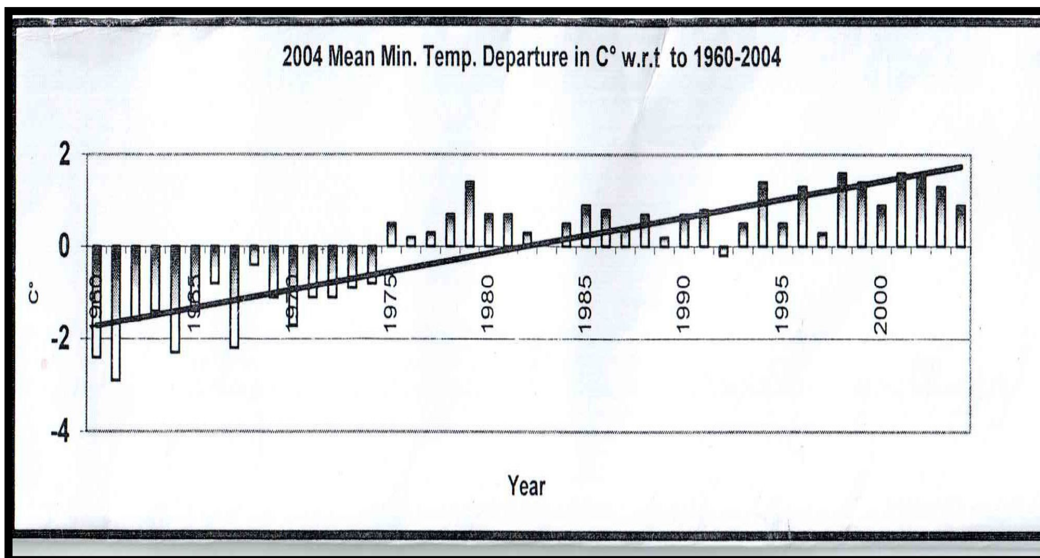
الارتفاع في درجة الحرارة العالمية منذ 150 سنة



كما أكدت دائرة الأرصاد الجوية الأردنية إن أعلى انحراف عن المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى في إربد، بلغ 1.6 سْ سنة 1998 و 2001 و أدنى انحراف بلغ 2.9- سْ سنة 1961، ويبين الشكل (36) ميلا واضحا لارتفاع درجات الحرارة الصغرى في مدينة إربد، حيث لوحظ ارتفاع المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى لسنة 2004 بمقدار 0.9 سْ عن المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى للأردن البالغ 15.7 سْ.

الشكل (36)

الارتفاع في درجة الحرارة الصغرى لغاية 2000م في إربد



* المصدر: النشرة السنوية للأرصاد الجوية 2004.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الرابع

أثر التّغير المناخي على حالات حدوث الصقيع في محافظة إربد

- أثر التّغير المناخي على حالات حدوث الصقيع سنوياً.
- خلال فصل الشتاء.
- أثر التّغير المناخي على حالات حدوث الصقيع شهرياً خلال فصل الشتاء.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الرابع

أثر التّغير المناخي على حالات حدوث الصقيع في محافظة إربد

أثر التّغير المناخي على حالات حدوث الصقيع سنوياً خلال فصل الشتاء:

لمعرفة أثر التّغير المناخي على حدوث الصقيع في منطقة الدراسة، فقد اعتمدت الدراسة على بيانات يومية لدرجة الحرارة الصغرى،في محطة إربد(1979-2010)م، ومحطة سمر (1896-2010)م حيث تم حصر عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها محطات الدراسة بالاعتماد على هذه البيانات، وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

أولا: حالات الصقيع التي تعرضت لها المنطقة خلال فترة الدراسة.

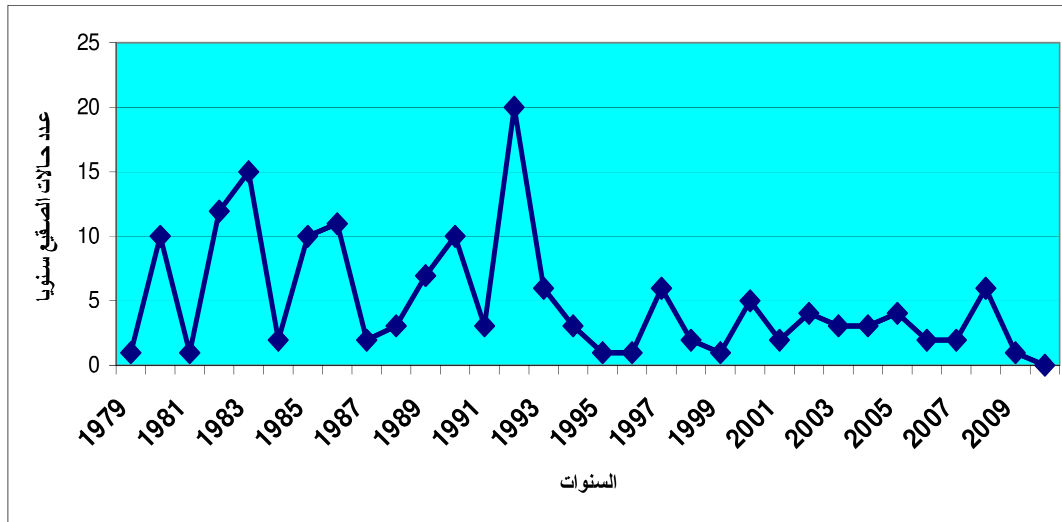
تم استخدام البيانات اليومية لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة، وذلك لمعرفة عدد حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة، باعتبار الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى الصفر المئوي أو مادون ذلك، وبعد حصر عدد الحالات فقد بلغ عددها(160) حالة صقيع طوال فترة الدراسة لمحطة إربد،و (17)حالة في محطة سمر، موزعة على أشهر الشتاء.

يبين الشكل رقم (37) التفاوت الكبير في عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها منطقة إربد خلال فترة الدراسة، من سنة إلى أخرى، ففي حين ارتفعت عدد حالات الصقيع لتسجل أعلى حدّ لها في عام (1992)م لتبلغ (20)حالة، فقد انخفضت لتسجل (0) حالة في عام (2010) م.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (37)

عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها إربد خلال فترة الدراسة.



ثانيا: استخدام الطرق و الوسائل الإحصائية المناسبة لتحليل حالات الصقيع التي تعرضت لها المنطقة خلال فترة الدراسة للكشف عن أثر التغير المناخي الحاصل على زيادة هذه الحالات المسجلة أو نقصانها، ومن أهم هذه الطرق الإحصائية ما يلي:

1- الفروقات المتجمعة.

2- المتوسطات المتحركة.

3- معامل الانحدار.

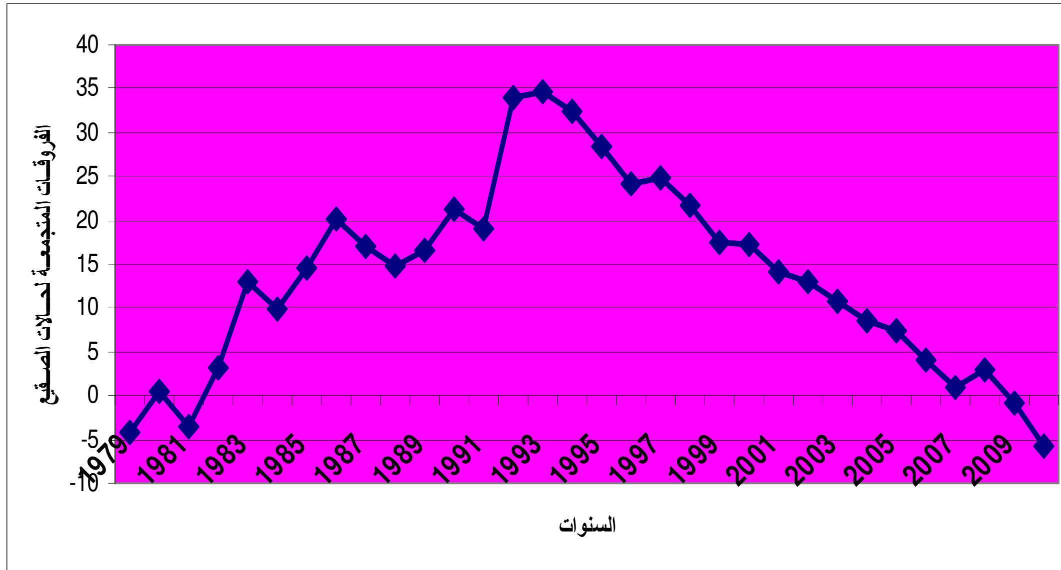
أ-الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع سنوياً:

يبين الشكل(38) الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع، بحيث تظهر فيه الفترات التي تشهد زيادة في عدد حالات الصقيع على شكل منحنى صاعد إلى الأعلى، بينما تظهر الفترات التي تشهد تناقصاً في حالات الصقيع على شكل منحنى هابط إلى الأسفل، فقد شهدت منطقة إربد تزايداً كبيراً في حالات الصقيع منذ عام (1979-1993) م، آما السنوات من (1994-2010) فقد شهدت انخفاضاً في عدد حالات الصقيع عبر عنة بمنحنى هابط للأسفل.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (38)

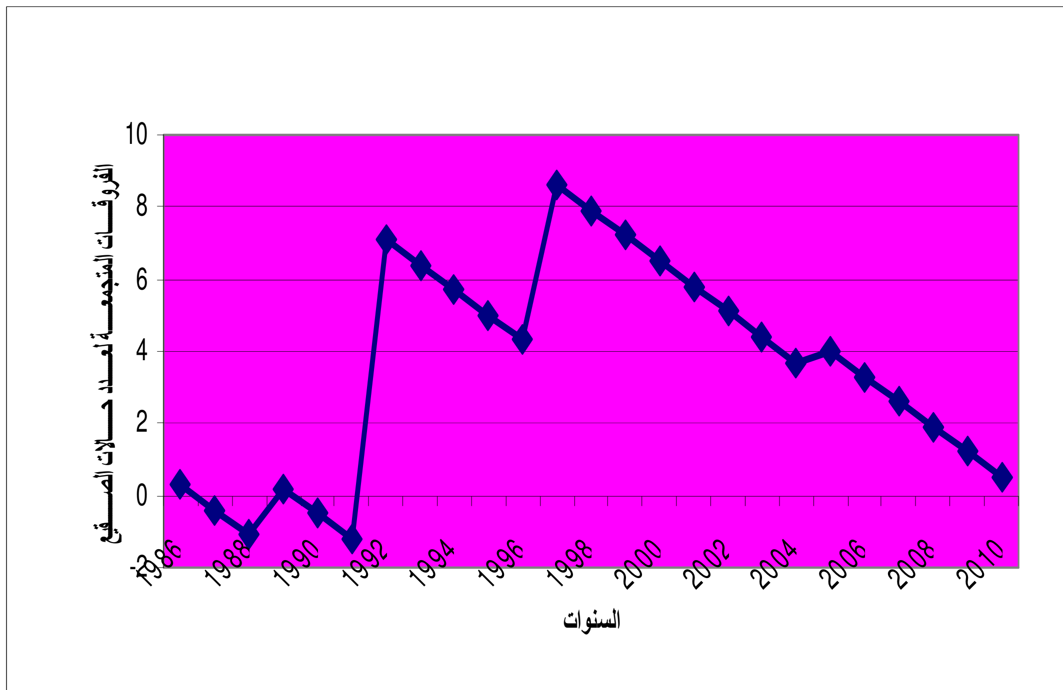
الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع –محطة إربد.



أما في محطة سمر فقد، بلغ مجموع حالات الصقيع التي تعرضت لهـا المنطقـة (17) حالة، موزعة على فترة الدراسة (1986-2010)، وكما يبين الشكل (39) أنّ هناك تناقص في عدد حالات الصقيع عبّر عنة بمنحنى هابط إلى الأسفل.

الشكل (39)

الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع في إربد –محطة سمر.



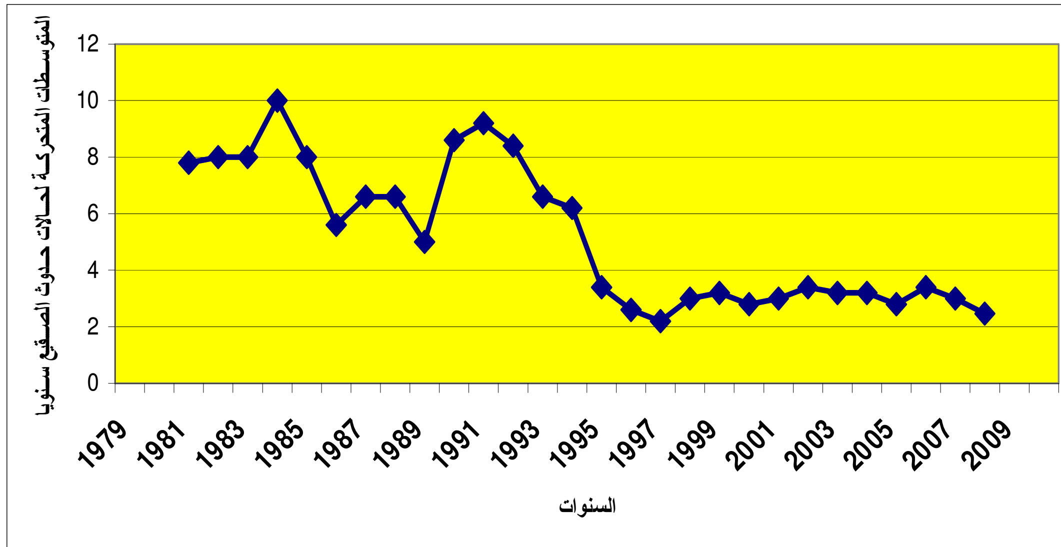
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

ب-المتوسطات المتحركة لحالات حدوث الصقيع سنوياً:

تم استخدام المتوسطات المتحركة للتخلص من الذبذبات القصيرة المدى، و ذلك لإظهار الاتجاه العام بوضوح،واستخدم المتوسط المتحرك (5) سنوات، يبين الشكل (40) أن عدد حالات الصقيع في تغير واضح من حالات الارتفاع التي حصلت في الثمانينات و حتى منتصف التسعينات، إلى حالات الانخفاض منذ منتصف التسعينات وحتى عام 2010.

الشكل(40)

المتوسطات المتحركة لعدد حالات حدوث الصقيع -محطة إربد.

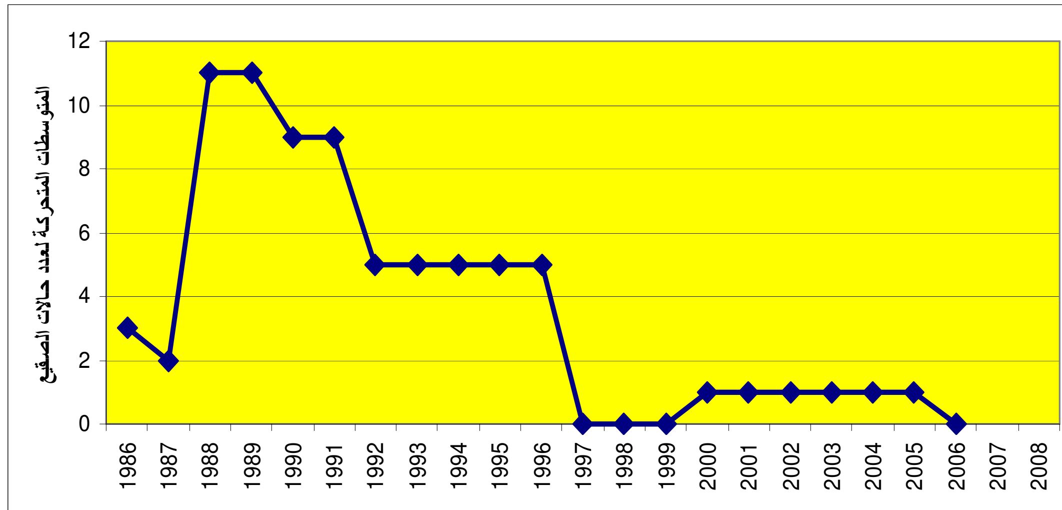


يبين الشكل (41) المتوسطات المتحركة لحالات حدوث الصقيع في محطة سمر، يدل الاتجاه لعدد حالات الصقيع أن هناك تناقص واضح في عدد حالات الصقيع عبر عنة بالمنحى الهابط إلى أسفل كما يشاهد في الشكل.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (41)

المتوسطات المتحركة لعدد حالات حدوث الصقيع في محطة سمر



ج- معامل الانحدار الخطي لعدد حالات حدوث الصقيع سنوياً:

يبين الجدول رقم (9) قيمة معامل الانحدار الخطي لحالات حدوث الصقيع سنوياً، ففي محطة اربد بلغت قيمة (b) (-.204) وهذه القيمة تدل على وجود تناقص في عدد حالات الصقيع، فالعلاقة بين المتغير التابع (عدد حالات الصقيع)و المتغير المستقل (سنوات الدراسة) هي علاقة عكسية، وما يؤكد هذه النتيجة وجود دلالة إحصائية بمستوى (.020). آما محطة سمر فقد بلغ معامل الانحدار 0.063- و هذا يدل على أنّه يوجد تناقص في عدد حالات الصقيع وبمستوى دلالة إحصائية بلغت (0.019) كما هو موضح في الجدول (9).

جدول (9)

معامل الانحدار الخطي لحالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة.

المحطة	معامل الانحدار b	مستوى الدلالة
محطة إربد.	-0.204	*0.020
محطة سمر	-0.063	*0.019

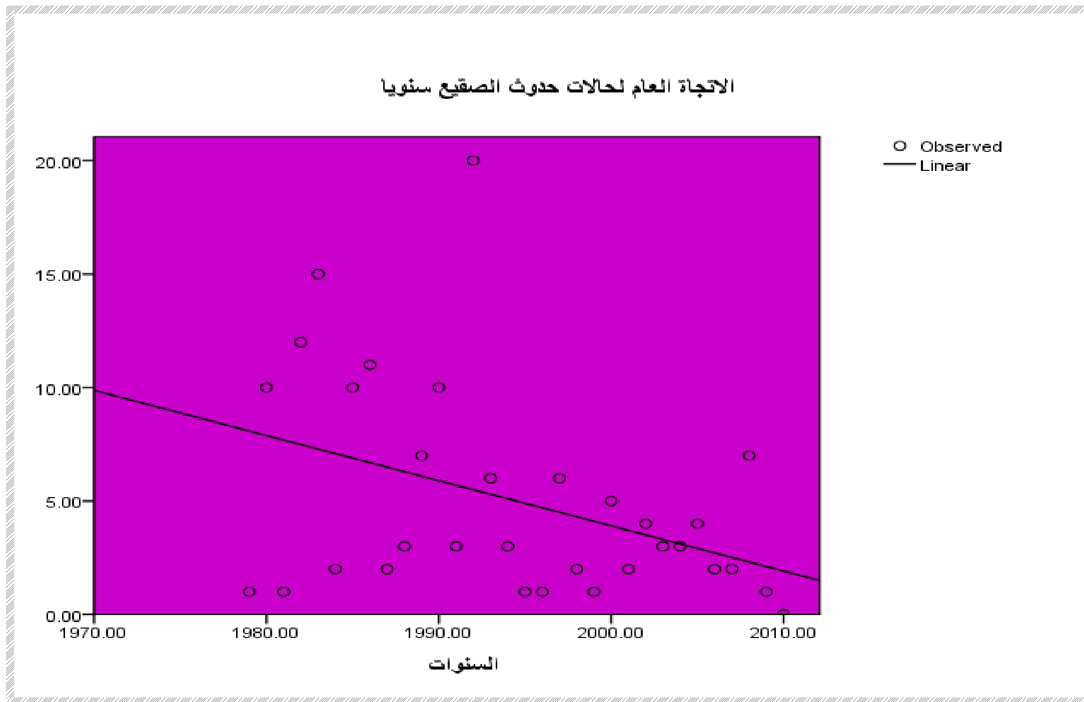
All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الاتجاه العام لحالات حدوث الصقيع سنوياً:

يبين الشكل رقم (42) الاتجاه العام لحالات حدوث الصقيع سنوياً في منطقة إربد خلال فترة الدراسة، ويظهر من خلال خط الانحدار أن العلاقة عكسية بين المتغيرات، التي تبين بوضوح انخفاض حالات حدوث الصقيع خلال فترة الدراسة في محافظة إربد، آما محطة سمر فلم تسجل اتجاه واضح لتناقص حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة.

الشكل (42)

الاتجاه العام لحالات حدوث الصقيع –محطة إربد.



أثر التغير المناخي على حالات حدوث الصقيع شهرياً خلال فصل الشتاء:

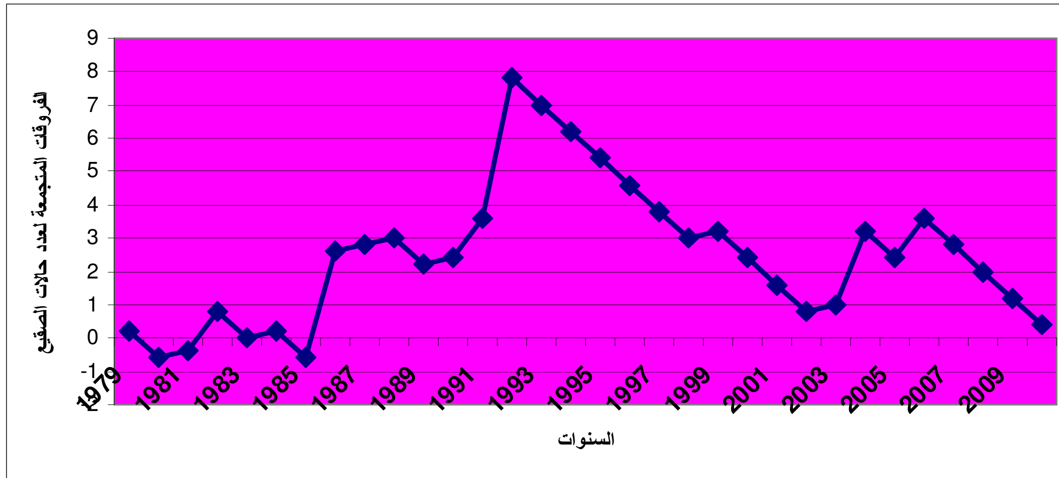
الفروقات المتجمعة لعدد حالات حدوث الصقيع شهرياً:

استخدمت الدراسة الفروقات المتجمعة للكشف عن التغير الحاصل في حالات حدوث الصقيع خلال فترة الدراسة، وتبين الأشكال (46-43) نتائج الفروقات المتجمعة، إذ يلاحظ من خلال السلاسل الزمنية للفروقات المتجمعة أن هناك تناقصاً واضحاً في عدد حالات الصقيع في منطقة إربد، فتظهر الفترات التي شهدت زيادة في حالات الصقيع على شكل منحنى صاعد، آما الفترات التي شهدت تناقص في حالات الصقيع فتظهر على شكل منحنى هابطا إلى الأسفل حيث يظهر أن المنحنى بدا بالهبوط منذ عام 1995م و استمر لغاية 2010م بغض النظر عن الذبذبات قصيرة المدى التي حدثت في سنة 2008.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

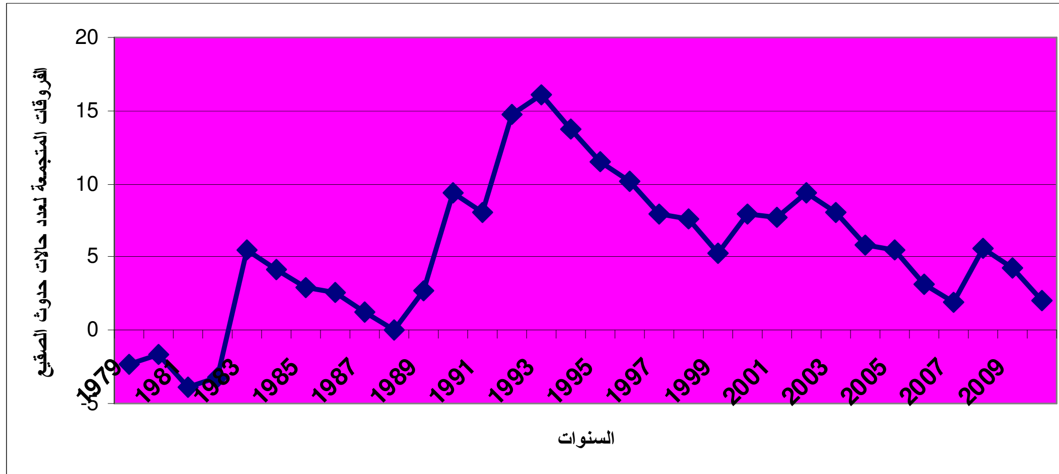
الشكل (43)

الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع لشهر كانون أول –محطة إربد



الشكل (44)

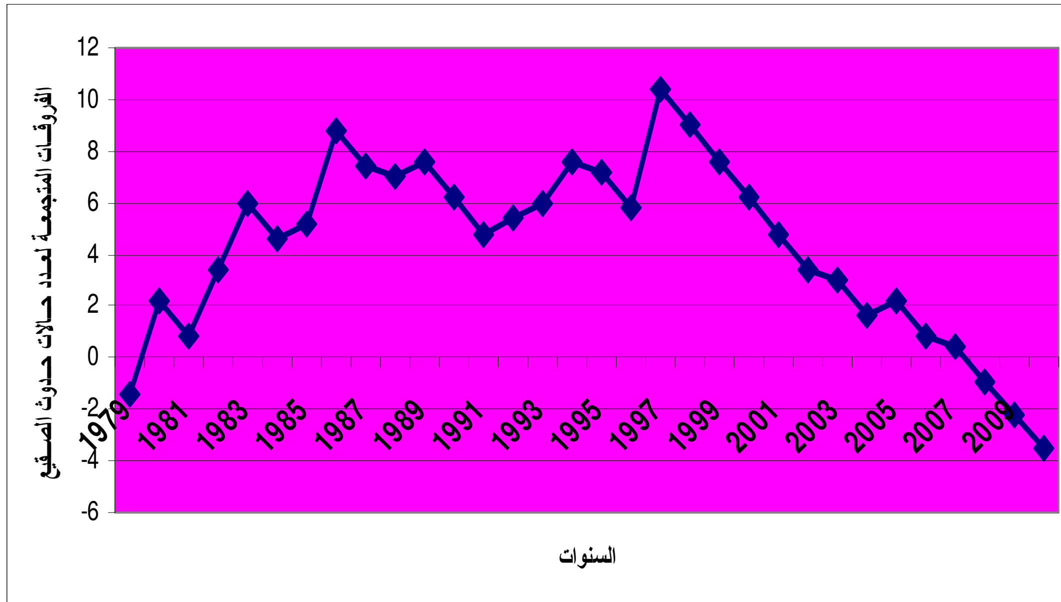
الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون الثاني –محطة إربد



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

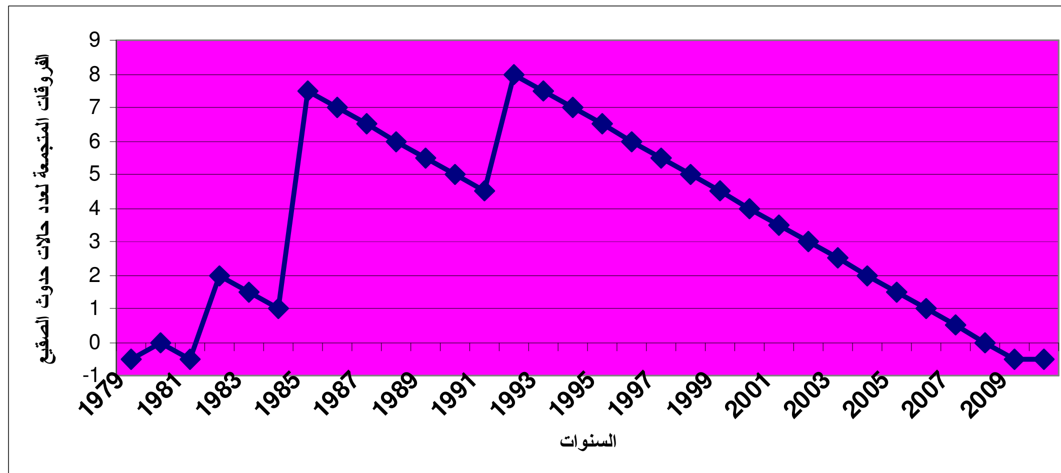
الشكل (45)

الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع خلال شهر شباط –محطة إربد



الشكل (46)

الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع خلال شهر آذار –محطة إربد

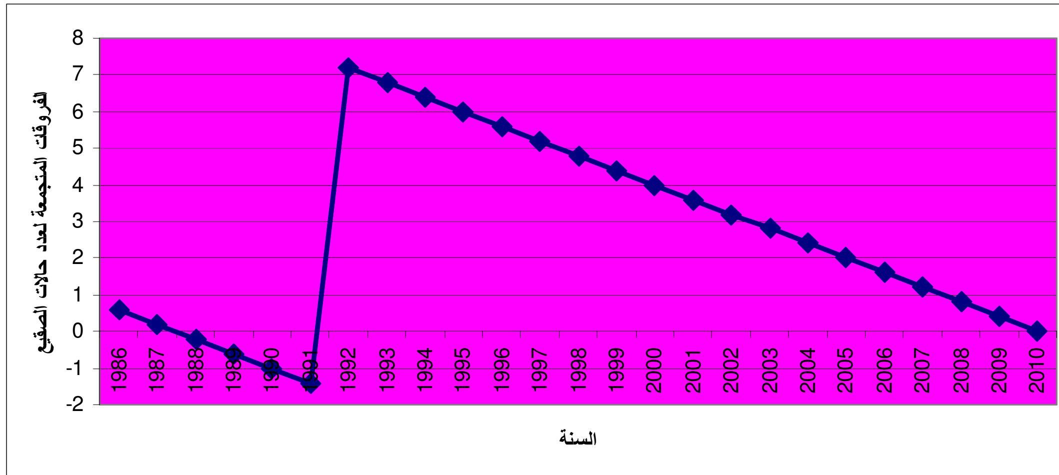


ومن خلال تحليل الدراسة لحالات حدوث الصقيع في محطة سمر تبين أن معظم الحالات تركزت في شهر كانون ثاني و شباط، في حين انعدمت في كل من كانون أول و آذار فلم تسجل أيه حالة صقيع طوال فترة الدراسة في هذين الشهرين، و يظهر ذلك من خلال الشكلين (47) و (48) إذ توضح هذه الأشكال الفروقات المتجمعة لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون ثاني و شباط و يظهر من خلال الأشكال أن هناك تناقص في عدد حالات الصقيع.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

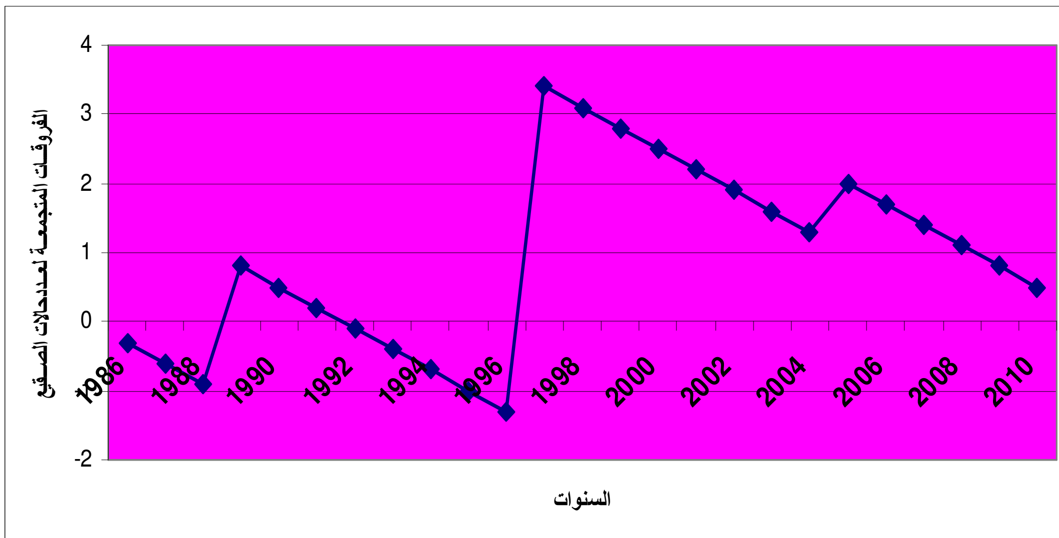
الشكل (47)

الفروقات المتجمعة لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون الثاني –محطة سمر



الشكل (48)

الفروقات المتجمعة لحالات حدوث الصقيع خلال شهر شباط –محطة سمر



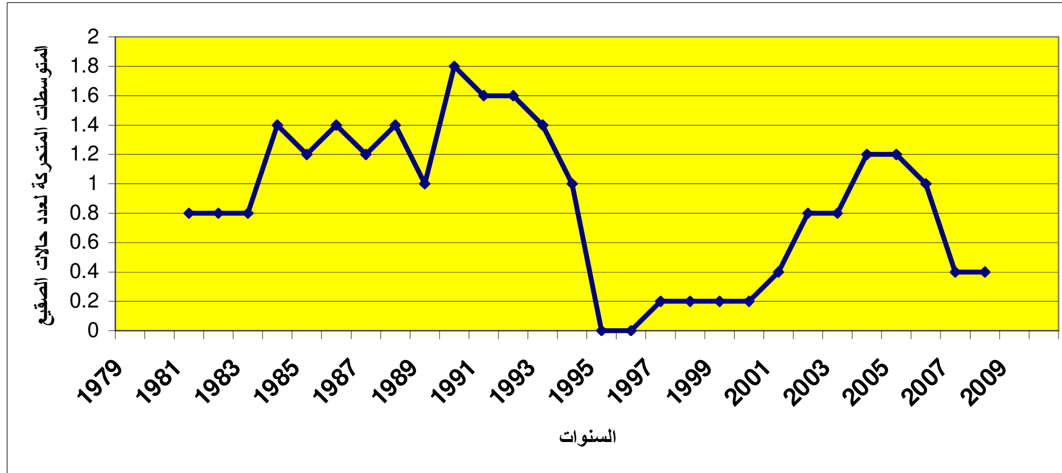
المتوسطات المتحركة لعدد حالات حدوث الصقيع شهرياً:

استخدمت الدراسة المتوسطات المتحركة في تحليل عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها منطقة إربد خلال فترة الدراسة، وقد استخدم المتوسط العدد (5)،يبين الشكل (49) المتوسطات المتحركة لحالات حدوث الصقيع في شهر كانون أول، حيث يظهر من خلال الشكل أن هناك منحنى صاعد يمثل ارتفاع في عدد حالات الصقيع إلى منتصف التسعينات، إلاّ أن هذا المنحنى أخذ يتناقص منذ منتصف التسعينات و لغاية 2003 ثم عاد بعدها للارتفاع.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

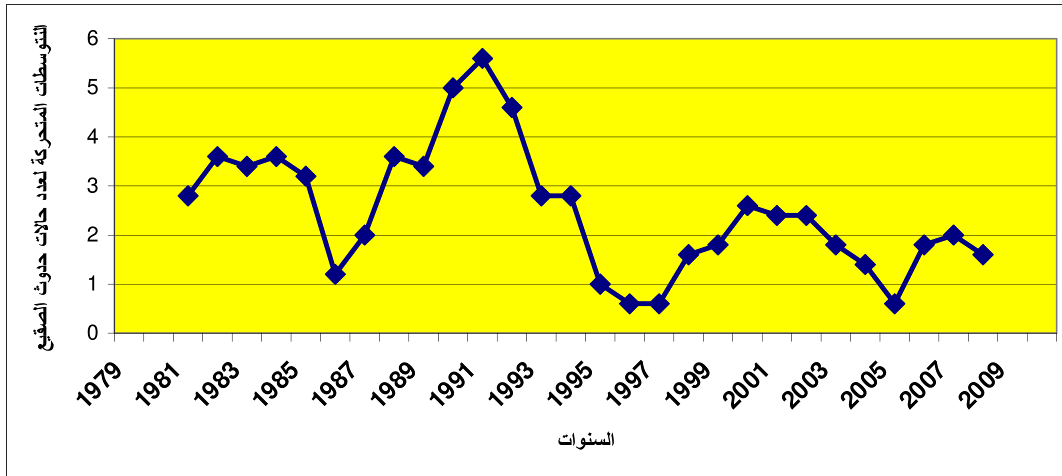
الشكل (49)

المتوسطات المتحركة لحالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون الأول في إربد.



الشكل (50)

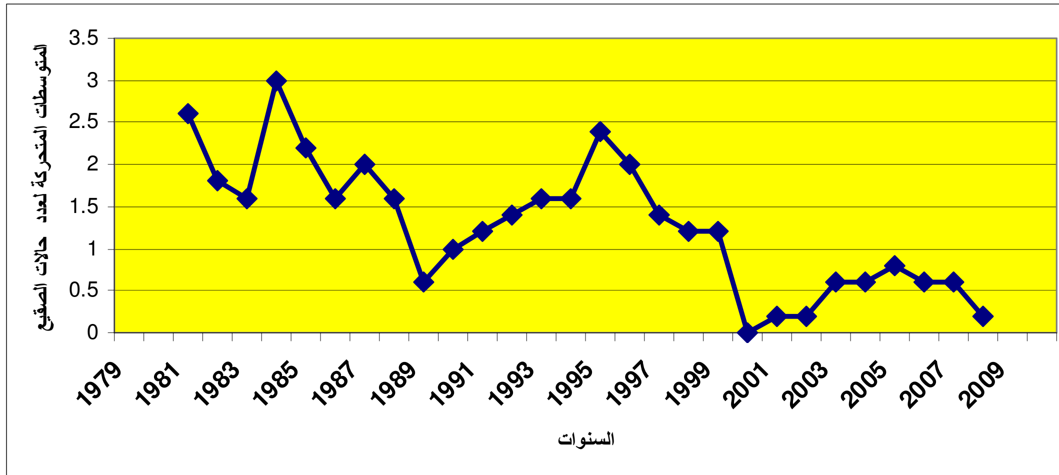
المتوسطات المتحركة لحالات الصقيع خلال شهر كانون الثاني–محطة إربد



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

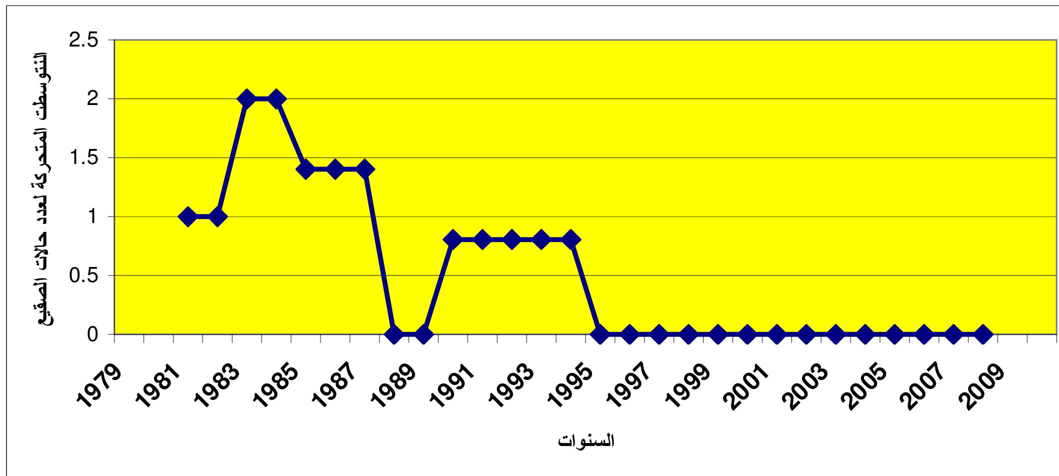
الشكل (51)

المتوسطات المتحركة لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر شباط –محطة إربد



الشكل (52)

المتوسطات المتحركة لعدد حالات الصقيع خلال شهر آذار– محطة إربد.



معامل الانحدار:

يبين الجدول رقم (10) معامل الانحدار الخطي قيمة (b)، لحالات حدوث الصقيع شهرياً في محطة اربد، ففي كانون أول كانت قيمة (b) (-.026)وهي اقل قيمة و هذا يرتبط بدرجة الحرارة الصغرى و ذلك لان نتائج التحليل لدرجة الحرارة الصغرى دلت انه لا يوجد تناقص كبير في درجة الحرارة الصغرى و كان شكل الاتجاه العام أقرب إلى المستقيم منة إلى الصاعد و هذا يرتبط بالصقيع، فهناك تناقص بعدد مرات حدوث الصقيع و لكن ليس تناقصاً كبيراً أو

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

ليس مشابه لباقي أشهر الشتاء، أما باقي أشهر الشتاء كانت قيمة b فيها سالبة وهذا يدل على وجود تناقص في عدد الحالات وقد زاد هذا التناقص خلال شهر آذار، وهذا التناقص كان له دلالة إحصائية اقل من5% في جميع أشهر الشتاء في محطة إربد كما هو موضح في الجدول (10).

جدول (10)

معامل الانحدار لحالات حدوث الصقيع خلال أشهر الشتاء – محطة إربد

أشهر الشتاء	معامل الانحدار (b)	الدلالة الإحصائية
كانون أول.	-.026	0.029
كانون ثاني.	-.052	0.036
شباط.	-.073	0.004
آذار.	-.090	0.002

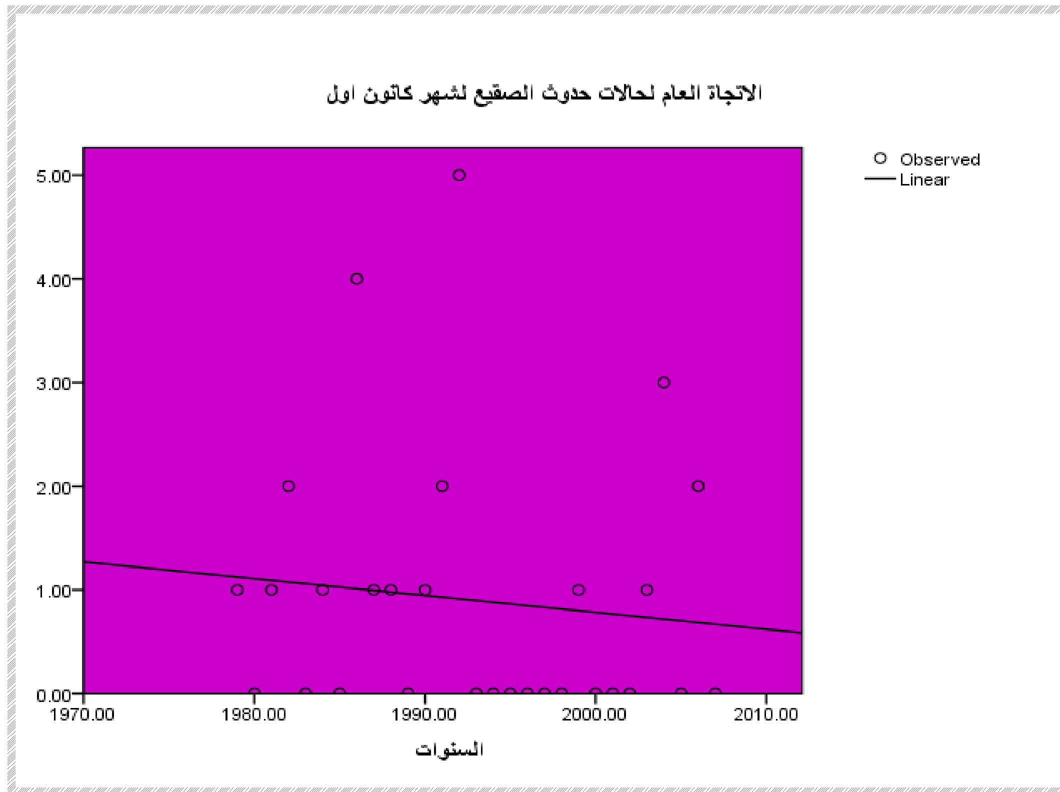
الاتجاه العام للانحدار:

معرفة الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع في منطقة إربد تزيد النتائج التي تم التوصل إليها قوة و تأييد، و الأشكال التالية (55-53) تظهر الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع خلال أشهر الشتاء، فيظهر من خلال الشكل رقم (53) الاتجاه العام لحالات الصقيع في شهر كانون أول، إذ يبين أن الاتجاه العام لا يشير إلى التناقص بشكل كبير وهذا عائد إلى أن درجة الحرارة الصغرى في هذا الشهر لم تسجل اتجاه واضح للارتفاع بالتالي لم يتأثر اتجاه عدد حالات الصقيع في هذا الشهر طوال فترة الدراسة مقارنة بالأشكال الأخرى، أما الشكل (54) فيبين الاتجاه العام لعدد حالات الصقيع لشهر كانون ثاني، و يشير إلى تناقص عدد حالات الصقيع عبر عنة بخط الانحدار الهابط إلى الأسفل، أما الشكل (55) فيظهر فيه اتجاه عدد حالات الصقيع في شهر شباط الذي يوضح أن هناك تناقص واضح في عدد حالات الصقيع المسجلة في منطقة الدراسة، وهذا يدل على التناقص الواضح في عدد حالات حدوث الصقيع في منطقة إربد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

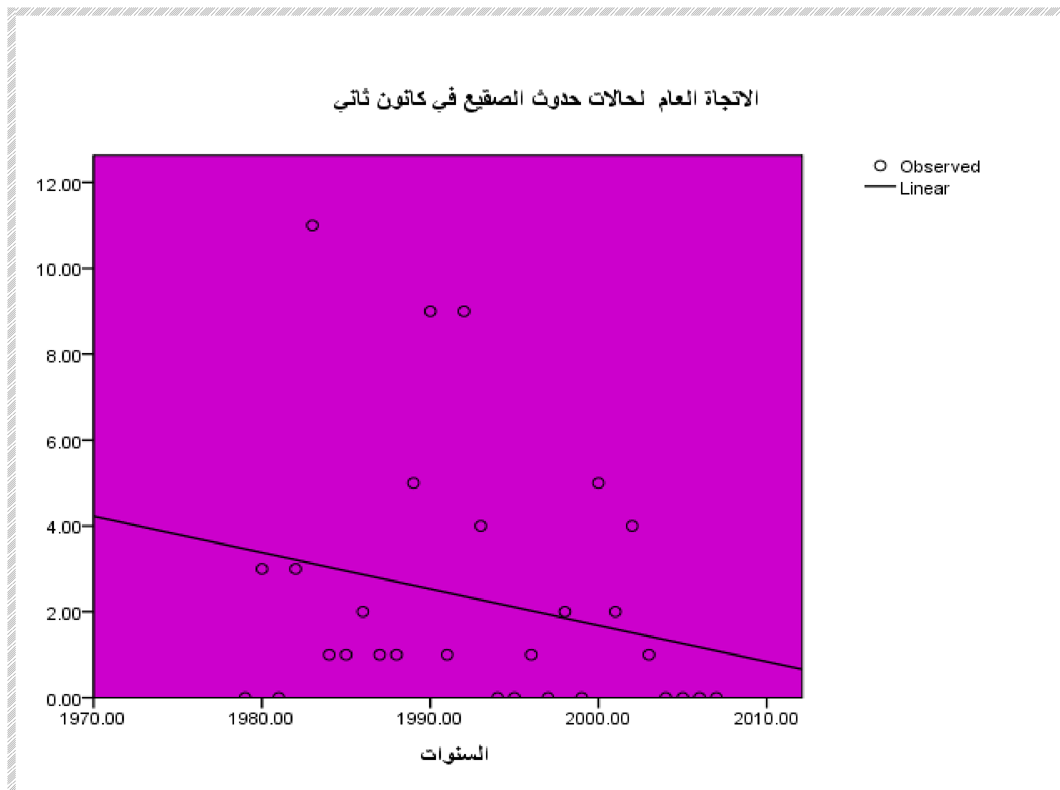
الشكل (53)

الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون أول



الشكل (54)

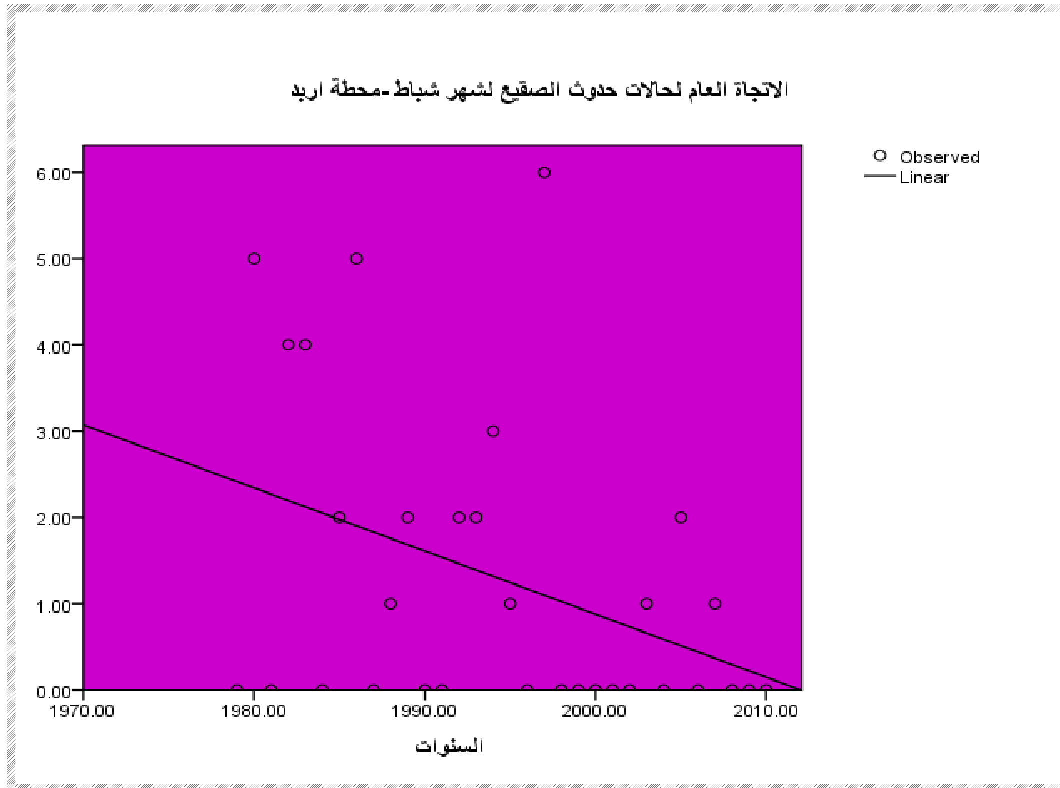
الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر كانون ثاني



All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (55)

الاتجاه العام لعدد حالات حدوث الصقيع خلال شهر شباط.



دلت الطرق الإحصائية التي استخدمتها الدراسة أن هناك تناقص واضح في عـــدد أيـــام حدوث الصقيع السنوية و الشهرية المسجلة في منطقة الدراسة، و قد توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشارت إليه الهيئة الحكومية المعنية بالتغير المناخي IPCC، أن الخمسين عاما الماضية قد شهدت انخفاضا في عدد الأيام الباردة و في نسبة ظهور الصقيع و في نسبة ظهور الـــصقيع في معظم المناطق اليابسة، كما أنة من المحتمل أن تكون التغيرات في الثلج و الجليد و الأرض المتجمدة قد زادت من عدد و حجم البحيرات الجليدية و عدم ثبات الأرض في مناطق الجبال و الترب الصقيعية، و يودي ذلك إلى تغيرات في النظم الايكولوجية في القطب الشمالي و الجنوبي، ومن أهم هذه التغيرات الظهور المبكر لعلامات الربيع و انتقال المساحات التـــي تعـــيش فيهـــا النباتات و الحيوانات في اتجاه قطبي صاعد.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الخامس

مقارنة درجة الحرارة الصغرى و حالات الصقيع خلال فترتي الدراسة

- تغير المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترتي الدراسة.
- تغير المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترتي الدراسة.
- تغير حالات حدوث الصقيع سنويا خلال فترتي الدراسة.
- تغير حالات حدوث الصقيع شهريا خلال فترتي الدراسة .
- تغير شدة الصقيع في منطقة الدراسة .

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل الخامس

مقارنة درجة الحرارة الصغرى و حالات الصقيع خلال فترتي الدراسة

تغير المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة:

لمعرفة تغير اتجاه درجة الحرارة، وعدد مرات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة فقد تمّ تقسيم مدة الدراسة إلى فترتين، و ذلك من أجل تأكيد النتائج التي توصلت إليها الدراسة في الفصل الرابع و الخامس، التي بينت أن اتجاه درجة الحرارة الصغرى في ارتفاع، أما عدد مرات حدوث الصقيع فهي في انخفاض مستمر، ولتحقيق ذلك فقد تمّ استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة للمقارنة بين فترات الدراسة.

أولا: اختبار T-test

استخدم اختبارt للمقارنة بين المتوسط الحسابي (Arithmetic Average) لفترتي الدراسة لمحطة إربد الفترة الأولى (1979-1994)، والفترة الثانية(1995-2010)، وكما يوضح الجدول (11) فإن فرق المتوسط الحسابي بين فترتي الدراسة بلغ (0.7562)مْ و هذا الفرق يدل على وجود زيادة في درجة الحرارة الصغرى في الفترة الثانية للدراسة، و بلغت قيمة t 2.828- بمستوى دلالة إحصائية 0.008 و هذا يؤكد النتائج التي تم التوصل إليها أن هناك اتجاه عام للزيادة في درجة الحرارة الصغرى.

جدول (11)

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى للفترتين الأولى و الثانية في محطة إربد

<table>
<tr><th>فترات الدراسة</th><th>العدد</th><th>متوسط درجة الحرارة</th><th colspan="2">اختبار t</th></tr>
<tr><td>الأولى</td><td>15</td><td>5.9625مْ</td><td>t</td><td>مستوى الدلالة الإحصائية</td></tr>
<tr><td>الثانية</td><td rowspan="2">15</td><td>6.7187مْ</td><td rowspan="2">-2.828</td><td rowspan="2">0.008*</td></tr>
<tr><td>فرق المتوسط الحسابي</td><td>0.7562مْ</td></tr>
</table>

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

وفي محطة سمر تم تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين:الفتــرة الأولـــى (1986-1997)، و الفترة الثانية (1998-2010) و باستخدام اختبار t تبين أن هناك فرق بين الفترتين بحيث بلـــغ الفرق بين المتوسط الحسابي للفترة الأولى و الثانية (0.0385-)، وهذا الفرق بسيط كما بلغــت قيمة t 135.- و لم يكن لها دلالة إحصائية كما هو موضح في الجدول (12).

جدول (12)

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى لفترات الدراسة الأولى و الثانية _ محطة سمر

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة	اختبار t	
الأولى	16	7.2615مْ	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية	16	7.3000مْ	-.135	0.639
فرق المتوسط الحسابي [1]		-0.0385مْ		

ثانيا: التوزيع التكراري لدرجة الحرارة السنوية الصغرى:

يمثل الجدول رقم (13) التوزيع التكراري للمعدل السنوي لدرجـــة الحـــرارة الـــصغرى خلال فترة الدراسة في محطة إربد، حيث يظهر أن درجة الحرارة الصغرى في الفترة الأولـــى (1979-1994) تركزت في الفئة الأولى (4.1-5)مْ، و الفئة الثانية (5.1-6)مْ بأكبر تكرارات و الفئة الثالثة أربع تكرارات أما الفئة الرابعة(7.1مْ– فأكثر ْ) فقد انعدمت لم يسجل فيها أي تكرار في الفترة الأولى مقارنة بالفترة الثانية، فقد انعدمت فيها التكرارات في الفئة الأولـــى و قلّـت التكرارات في الفئة الثانية، وتركزت التكرارات في الفئات الثالثـــة و الرابعـــة حيــث بلغــت التكرارات في الفئة الرابعة 6 تكرارات.

[1] : فرق المتوسط الحسابي = المتوسط الحسابي للفترة الأولى – المتوسط الحسابي للفترة الثانية .

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (13)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة السنوية الصغرى خلال فترتي الدراسة –محطة إربد

الفئة	التكرارات خلال الفترة (1994-1979)	التكرارات خلال الفترة (2010-1995)
4.1-5مْ	5	0
5.1-6مْ	8	2
6.1-7مْ	3	8
7.1– فأكثر	0	6

يمثل الجدول رقم (14) التوزيع التكراري للمعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة لمحطة سمر، ويبين الجدول أن درجة الحرارة الصغرى في الفئة الأولى لم تسجل إلا تكراراً واحداً وتركزت في الفئة الثانية و الثالثة، و مقارنة تكرارات هذه الفترة بتكرارات الفترة الثانية نلاحظ أنها تقريبا متقاربة و لا يوجد فرق كبير بين تكرارات الفئات إذ يوجد زيادة في الفترة الثانية غير أن نسبة هذا التغير بسيط.

جدول (14)

التوزيع التكراري للمعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترتي الدراسة

محطة سمر

الفئة	التكرارات خلال الفترة الأولى (1997-1986)	التكرارات خلال الفترة الثانية (2010-1998)
5.1-6 مْ	1	0
6.1-7مْ	4	6
7.1--فأكثر	7	7

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

تغير المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة:

أولا: اختبار t.

- **محطة إربد:**

يبين الجدول (15) الفرق بين المتوسط الحسابي للفترتين الأولى و الثانية في شهر كانون الأول، إذ بلغ (0.5)مْ و هذا الفرق يعني أنّ هناك زيادة في درجة الحرارة الصغرى في الفتــرة الثانية بمقدار هذا الفرق أما قيمة t فقد بلغت 1.001- بمستوى دلالة 0.001.

جدول (15)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة– كانون أول

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الأولى	16	6.4438مْ	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية	16	6.9438مْ	-1.001	*0.001
فرق المتوسط الحسابي		0.5مْ		

يبين الجدول (16) فرق بين المتوسط الحسابي للفترتين، في شهر كانون الثــاني إذ بلــغ (0.7)مْ ويعني هذا أن هناك زيادة في درجة الحرارة الصغرى بمقدار (0.7)مْ و بلغت قيمة t - 1.462 بمستوى دلالة إحصائية 0.001.

جدول (16)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة– كانون ثاني

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الأولى	16	4.9500مْ	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية	16	5.6625مْ	-1.462	*0.001
فرق المتوسط الحسابي		0.7125مْ		

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

يبين الجدول (17) فرق المتوسط بين فترتي الدراسة خلال شهر شباط، إذ يظهـر مـن خلال الجدول أن الفرق بين الفترتين قد زاد عن الأشهر السابقة بحيث بلغ(0.77) و بلغت قيمة t -2.011 بمستوى دلالة إحصائية(0.000).

جدول (17)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة– شباط

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الفترة الأولى	16	5.3062مْ	t	**مستوى الدلالة الإحصائية**
الفترة الثانية	16	6.0812مْ	-2.011	*0.000
فرق المتوسط الحسابي		0.775مْ		

يبين الجدول (18) فرق المتوسط بين فترتين الدراسة خلال شهر آذار، إذ بلغ(1.08) مْ و بلغت قيمة t بمستوى دلالة (0.000).

جدول (18)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة– آذار

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الفترة الأولى	16	7.3312مْ	t	**مستوى الدلالة الإحصائية**
الفترة الثانية	16	8.4125مْ	-2.011	*0.000
فرق المتوسط الحسابي		1.0813مْ		

يتبين من خلال الجداول السابقة أن هناك زيادة في درجة الحرارة الصغرى في الفتـرة الثانية،إذ كانت متوسط درجة الحرارة الصغرى للفترة الثانية أكبر من الفترة الأولى و هذا دليل على أن هناك زيادة في درجة الحرارة الصغرى في الفترة الثانية من الدراسة، واختلفت مقـدار الزيادة في درجة الحرارة الصغرى بين أشهر الشتاء فكانت اقل قيمة في كانون أول و أعلـى زيادة في شهر آذار.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

- **محطة سمر:**

نلاحظ من خلال الجداول (21-19) عدم وجود فرق في درجة الحرارة الصغرى بين فترات الدراسة الأولى (1997-1986) و فترة الدراسة الثانية (2010-1998) في محطة سمر حيث كان الفرق في الأشهر الثلاثة الأولى لفصل الشتاء متقاربة و ضعيفة و لا تدل على زيادة في درجة الحرارة الصغرى، باستثناء شهر آذار إذ يبين الجدول (22) أن الفرق بين المتوسط الحسابي مابين الفترتين كان (0.934)مْ وبلغت قيمة t 1.685- بمستوى دلالة إحصائية بلغت 0.001 وهذا الشهر الوحيد الذي لوحظت فيه الزيادة في درجة الحرارة الصغرى في محطة سمر.

جدول (19)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة لشهر كانون أول

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الفترة الأولى	16	7.8083مْ	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الفترة الثانية	16	7.8090مْ	0.740	0.026
فرق المتوسط الحسابي		0.0007مْ		

جدول (20)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة لشهر كانون الثاني

فترات الدراسة	العدد	متوسط درجة الحرارة الصغرى	اختبار t	
الفترة الأولى	16	6.000مْ	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الفترة الثانية	16	6.000مْ	.143	0.201
فرق المتوسط الحسابي		0.000 مْ		

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (21)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة لشهر شباط

<table>
<tr><th>فترات الدراسة</th><th>العدد</th><th>متوسط درجة الحرارة الصغرى</th><th colspan="2">اختبار t</th></tr>
<tr><td>الفترة الأولى</td><td>16</td><td>7.8083مْ</td><td>t</td><td>مستوى الدلالة الإحصائية</td></tr>
<tr><td>الفترة الثانية</td><td rowspan="2">16</td><td>7.8090مْ</td><td rowspan="2">0.176</td><td rowspan="2">0.091</td></tr>
<tr><td>فرق المتوسط الحسابي</td><td>0.0007مْ</td></tr>
</table>

جدول (22)

متوسط درجة الحرارة الصغرى لفترتي الدراسة لشهر آذار

<table>
<tr><th>فترات الدراسة</th><th>العدد</th><th>متوسط درجة الحرارة الصغرى</th><th colspan="2">اختبار t</th></tr>
<tr><td>الفترة الأولى</td><td>16</td><td>8.4583مْ</td><td>t</td><td>مستوى الدلالة الإحصائية</td></tr>
<tr><td>الفترة الثانية</td><td rowspan="3">16</td><td>9.3923مْ</td><td rowspan="3">-1.685</td><td rowspan="3">0.001</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>فرق المتوسط الحسابي</td><td>0.934مْ</td></tr>
</table>

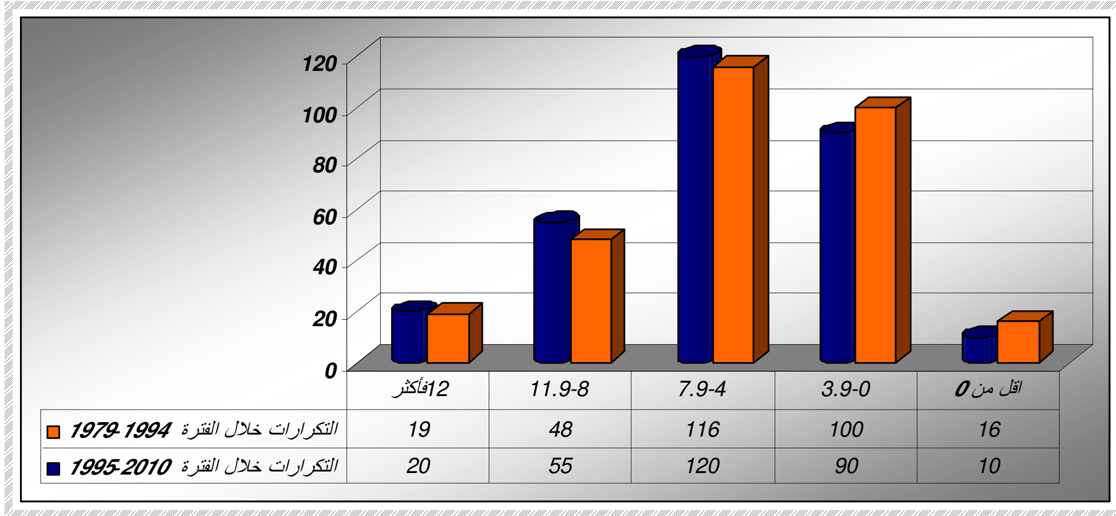
ثانياً: التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترتي الدراسة لأشهر الشتاء:

تبين الأشكال التالية (59-56)التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى لأشهر الشتاء، اذ يظهر أن الفئات الأولى و الثانية و الثالثة تركزت في الفترة الأولى آما في الفئة الرابعة و الخامسة فقد قلت فيها التكرارات، مقارنة بالفترة الثانية حيث تركزت التكرارات في الفئات الثالثة و الرابعة و الخامسة.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (56)

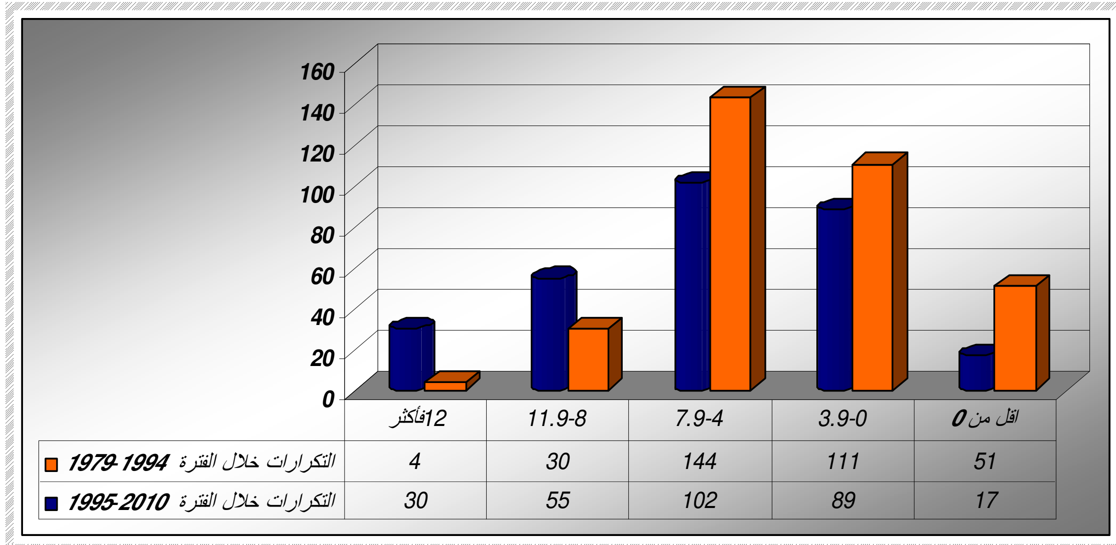
التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر كانون الأول –محطة إربد



	12فأكثر	11.9-8	7.9-4	3.9-0	اقل من 0
التكرارات خلال الفترة 1979-1994	19	48	116	100	16
التكرارات خلال الفترة 1995-2010	20	55	120	90	10

الشكل (57)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر كانون ثاني –محطة إربد

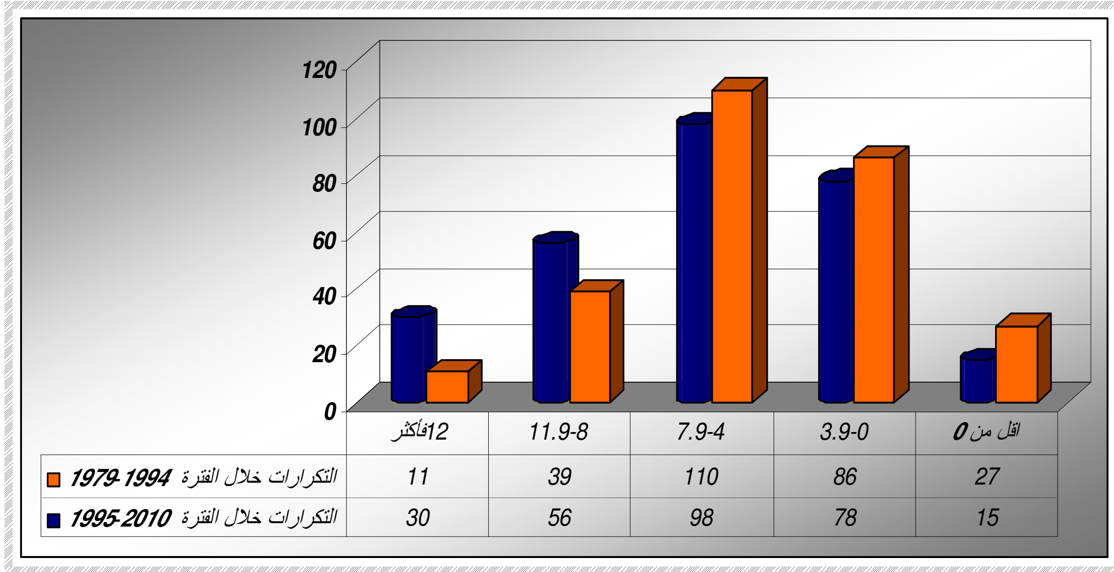


	12فأكثر	11.9-8	7.9-4	3.9-0	اقل من 0
التكرارات خلال الفترة 1979-1994	4	30	144	111	51
التكرارات خلال الفترة 1995-2010	30	55	102	89	17

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الشكل (58)

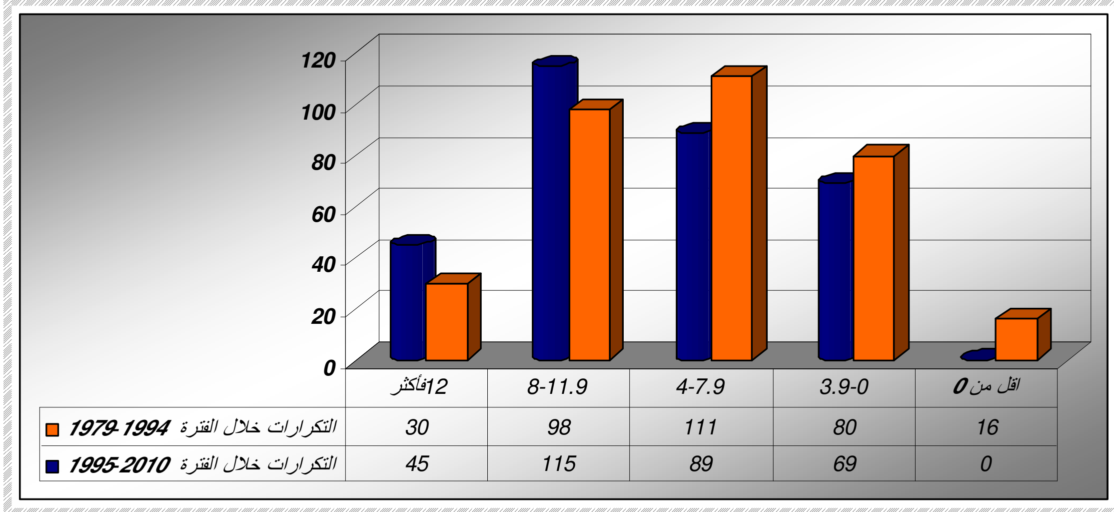
التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر شباط –محطة إربد



	12فأكثر	11.9-8	7.9-4	3.9-0	اقل من 0
التكرارات خلال الفترة 1979-1994	11	39	110	86	27
التكرارات خلال الفترة 1995-2010	30	56	98	78	15

الشكل (59)

التوزيع التكراري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر آذار –محطة إربد



	12فأكثر	8-11.9	4-7.9	3.9-0	اقل من 0
التكرارات خلال الفترة 1979-1994	30	98	111	80	16
التكرارات خلال الفترة 1995-2010	45	115	89	69	0

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

تغير حالات حدوث الصقيع سنوياً خلال فترتي الدراسة:

أولا: اختبار (t-test)

يلاحظ من خلال الجدول (23) أن هناك فرق في عدد حالات حدوث الصقيع بين الفتـــرة الأولى و الثانية بمقدار (4.8) حيث أن المتوسط لعدد حالات الصقيع في الفتـــرة الأولـــى(7.5) والفترة الثانية (2.7)، وبلغت قيمة (t) (3.118) بدلالة إحصائية بلغت (.002) كنتيجة نهائيـــة فإنّ عدد حالات الصقيع في الفترة الأولى كانت أعلى من عدد حالات الصقيع في الفترة الثانية، وهذا يدل على اثر التغير المناخي على عدد حالات الصقيع.

جدول (23)

فرق متوسط حالات حدوث الصقيع سنوياً للفترتين (1979-1994) و(1995-2010)

في محطة إربد

فترات الدراسة	العدد	متوسط حالات حدوث الصقيع	اختبار t	
الفترة الأولى (1994-1979)	16	7.5	T	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية (2010-1995)	16	2.7	3.118	.002*
فرق المتوسط للحالات		4.8		

ثانيا: عدد حالات حدوث الصقيع سنوياً في إربد:

يبين الجدول (24) عدد حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة، إذ يظهـــر أن تكـــرار حالات حدوث الصقيع كانت في الفترة الأولى 113 حالة، مقارنة بالفترة الثانية التي بلغـــت 47 حالة و هذا الفرق واضح و يدل على تناقص عدد مرات حدوث الصقيع في الفترة الثانيـــة مـــن فترات الدراسة.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (24)

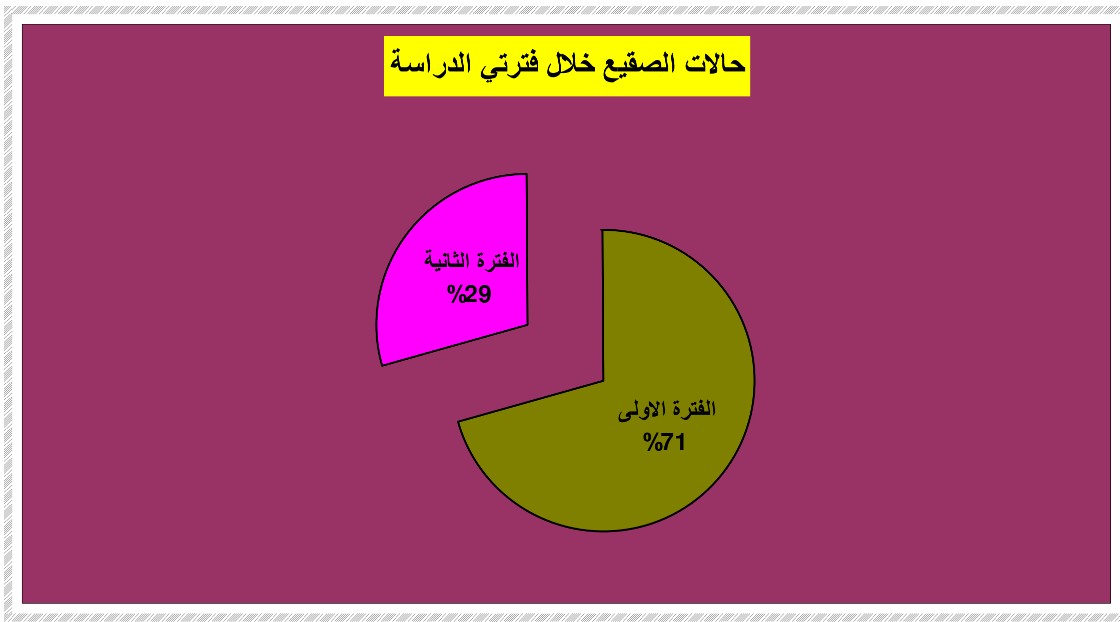
عدد حالات حدوث الصقيع خلال فترتي الدراسة في منطقة إربد

فترات الدراسة	عدد حالات الصقيع
الفترة الأولى	113
الفترة الثانية	47

كما يوضح الشكل (60) فان تكرارات حدوث الصقيع في الفترة الأولى من الدراسة بلغت ما نسبته 71%، مقارنة بالفترة الثانية إذ سجلت حالات الصقيع ما نسبته 29%، وهذا دليل عل تناقص عدد حالات الصقيع في منطقة الدراسة.

الشكل (60)

عدد حالات الصقيع التي تعرضت لها إربد مقسمة على فترتي الدراسة في محطة إربد



تغير حالات حدوث الصقيع شهرياً خلال فترتي الدراسة:

تبين الجداول (25) متوسط حالات حدوث الصقيع خلال أشهر الشتاء، وكما هو واضح فان هناك فرق في المتوسط لهذه الحالات، فقد بلغ في شهر كانون أول 0.75 ولم يكن له دلالة إحصائية و هو اقل فرق بين الفترتين،بينما بلغ في شهر آذار كما هو موضح في الجدول (25) 10 وكانت قيمة t (1.980) بدلالة إحصائية 0.001.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (25)

فرق المتوسط لحالات حدوث الصقيع في شهر كانون أول مقسمة على فترتي الدراسة

فترات الدراسة	العدد	متوسط حالات حدوث الصقيع	اختبار t	
الفترة الأولى (1994-1979)	16	1.26	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية (2010-1995)	16	0.50	1.671	0.274
فرق المتوسط للحالات		0.75		

جدول (26)

فرق المتوسط لعدد حالات حدوث الصقيع في شهر كانون ثاني مقسمة على فترتي الدراسة

فترات الدراسة	العدد	متوسط حالات حدوث الصقيع	اختبار t	
الفترة الأولى (1994-1979)	16	3.4	T	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية (2010-1995)	16	1.2	2.087	.015
فرق المتوسط للحالات		2.2		

جدول (27)

فرق المتوسط لعدد حالات حدوث الصقيع لشهر شباط مقسمة على فترتي الدراسة

فترات الدراسة	العدد	متوسط حالات حدوث الصقيع	اختبار t	
الفترة الأولى (1994-1979)	16	1.80	t	مستوى الدلالة الإحصائية
الثانية (2010-1995)	16	1.00	1.194	.343
فرق المتوسط للحالات		0.8		

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

جدول (28)

عدد حالات حدوث الصقيع لشهر آذار مقسمة على فترتي الدراسة

<table>
<tr><th>فترات الدراسة</th><th>العدد</th><th>متوسط حالات حدوث الصقيع</th><th colspan="2">اختبار t</th></tr>
<tr><td>الفترة الأولى (1994-1979)</td><td>16</td><td>10.06</td><td>t</td><td>مستوى الدلالة الإحصائية</td></tr>
<tr><td>الثانية (2010-1995)</td><td rowspan="2">16</td><td>0.00</td><td rowspan="2">1.980</td><td rowspan="2">*0.000</td></tr>
<tr><td>فرق المتوسط للحالات.</td><td>10</td></tr>
</table>

ثانيا: التوزيع التكراري لحالات الصقيع شهرياً في إربد:

يوضح الجدول (29) عدد حالات حدوث الصقيع التي سجلت في منطقة الدراسة مقسمة على فترتين، و ذلك خلال أشهر الشتاء.

جدول (29)

عدد حالات الصقيع شهرياً خلال فصل الشتاء في فترتي الدراسة

فترات الدراسة	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار
الفترة الأولى 1994-1979	19	51	27	16
الفترة الثانية 2010-1995	7	25	15	0

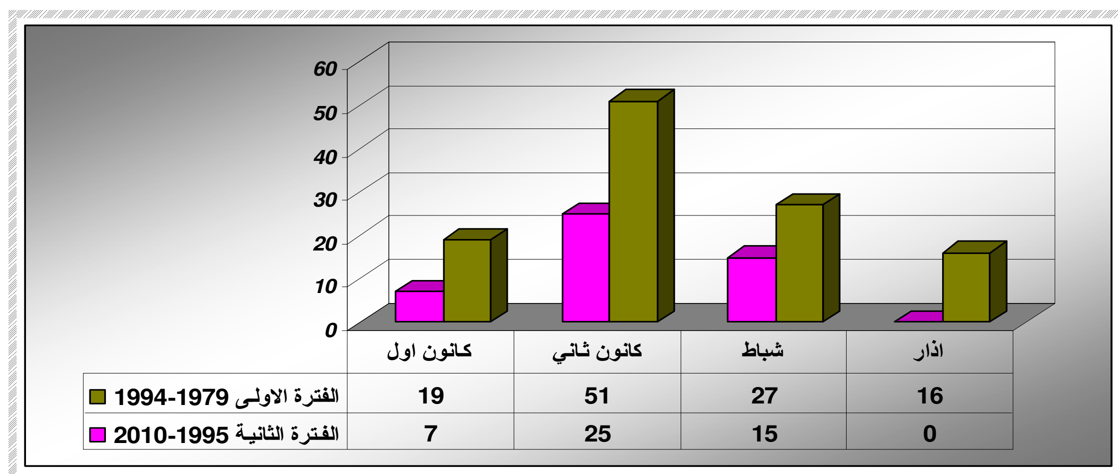
يوضح الشكل(61) التمثيل البياني لعدد الحالات التي تعرضت لها منطقة الدراسة في محطة اربد، خلال فصل الشتاء (كانون أول،وكانون ثاني، وشباط،و آذار) إذ تظهر الزيادة في عدد حالات الصقيع خلال الفترة الأولى من الدراسة، حيث بلغت عدد الحالات في شهر كانون الثاني 51 حالة في الفترة الأولى مقارنة مع الفترة الثانية من الدراسة حيث سجلت عدد الحالات في نفس الشهر 25 حالة، وهكذا باقي الشهور كما هو الشكل.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

وهذا يدل على أن هناك تناقص في عدد حالات الصقيع في الفترة الثانية من الدراسة نتيجة للتأثيرات المناخية التي أدت إلى رفع درجة الحرارة الصغرى و بالتالي التقليل من حالات حدوث الصقيع في منطقة الدراسة.

الشكل (61)

التمثيل البياني لعدد حالات حدوث الصقيع خلال أشهر الشتاء في فترتي الدراسة



اثر التغير المناخي على شدة حدوث الصقيع في منطقة اربد:

يبين الجدول (30) التغير في معدل شدة الصقيع بين الفترة الأولى و الثانية إذ أن عدد حالات الصقيع الذي يتراوح مابين صفر – (–1.4) قد تناقصت من 30 حالة إلى 15 حالة خلال الفترة الثانية، كما أن حالات الصقيع الذي يتراوح بين (–1.5)– (–2.9) قد تناقصت من 37 حالة إلى 16 حالة، وأخيرا يلاحظ أن حالات الصقيع الشديد التأثير قد تناقصت من 44 حالة إلى 17 حالة في الفترة الثانية؛ كما يلاحظ من خلال الجدول أن هناك تباين واضح في زيادة أو نقصان حالات الصقيع الشديدة أو الضعيفة آما حالات الصقيع المعتدل فقد كان فيها معدل التناقص اقل.

جدول (30)

التغير في معدل شدة الصقيع خلال فترات الدراسة

الفئات	الفترة الأولى 1994-1979	الفترة الثانية 2010-1995	الفرق بين الفترتين
صفر –(–1.4) ضعيف	30	15	%50
(–1.5)–(–2.9) معتدل	37	16	%43
–3 فاقل شديد	44	17	%52

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفصل السادس

- **نتائج الدراسة**

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

الفـــصل السادس

نتائج الدراسة

النتائـج:

توصلت هذه الدراسة إلى العديد من النتائج المهمة ومن أهم هذه النتائج:

1. بلغ عدد حالات الصقيع في منطقة الدراسة 160 حالة خلال أشـــهر الـــشتاء للفتـــرة الممتدة من (1979-2010)، و تركزت معظم حالات الصقيع في شهر كانون الثاني إذ حدث فيه 76 حالة بما نسبته (48%) و يأتي في المرتبة الثانية شهر شباط بنسبة (42%) ثم كانون أول و أخيرا شهر آذار إذ تقل فيه عدد حالات الـــصقيع و تبلـــغ (10%) من مجموع عدد الحالات.
2. سجلت سنة 1992 أعلى حالات حدوث للصقيع إذ بلغ عددها 20 حالة صقيع خـــلال فترة الدراسة.
3. تبين من خلال تحليل الخرائط السطحية و العلوية أن المرتفع السيبيري يحتل المرتبة الأولى من بين العوامل المسببة لحدوث الصقيع بنسبة 46% و يأتي بعده في المرتبة الثانية الجبهات الباردة بنسبة 34% ثم الأحواض الباردة بنسبة 20%.
4. توصلت هذه الدراسة من خلال تحليل درجة الحرارة الصغرى إلى و جود زيادة في درجة الحرارة الصغرى في محافظة اربد، وبناء على ذلك قامت الدراســـة بتحديـــد الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى لمحطـــة اربـــد (1979-2010) إذ أن هنـــاك ارتفاع مستمر عبر عنة بخط الانحدار الصاعد إلى أعلى و تختلف قيمـــة معامـــل الانحدار الدالة على مقدار الزيادة من شهر إلى أخر إذ بلغت أعلى قيمة لها في شهر آذار.
5. الاتجاه العام لدرجات الحرارة الصغرى في سمر، لم يسجل زيادة كبيرة وواضـــحة في درجات الحرارة الصغرى ماعدا شهر آذار فقد سجلت ارتفاع في درجة الحـــرارة أما في شهر كانون الأول و كانون الثاني فقد انعدمت الزيادة فيها.
6. دلت نتائج التحليل لعدد حالات الصقيع وجود اتجاه و واضح نحو التناقص في حالات الصقيع سواء السنوي أو الشهري، وتختلف قيم هذا التناقص من شهر إلـــى آخـــر إذ بلغت قيمة التناقص لكل من شهر شباط و آذار 0.52- ,073.-.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

7. في محطة سمر كان الانخفاض و التفاوت في عدد حالات الصقيع محصور بين شهرين كانون ثاني و شباط بينما شهري كانون أول و آذار لم تسجل أي حالات للصقيع.
8. تبين من خلال تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين وباستخدام اختبار t كان هناك تناقص واضح في عدد حالات الصقيع المسجلة في اربد فقد بلغ الفرق للمتوسط بين الفترتين 4.8 و كذلك انخفضت التكرارات لحالات الصقيع المسجلة من 113 إلى 47 حالة وهذا دليل واضح على التناقص في عدد حالات الصقيع.
9. دلت النتائج أن هناك تغير في معدل شدة الصقيع بين الفترة الأولى و الثانية إذ تناقصت عدد حالات الصقيع الذي يتراوح مابين (صفر – (–1.4)) من 30 حالة إلى 15 حالة خلال الفترة الثانية، كما أن حالات الصقيع الذي تتراوح شدته بين ((–1.5)– (–2.9)) قد تناقصت من 37 حالة إلى 16 حالة، كما تناقصت حالات الصقيع الشديد التأثير من 44 حالة إلى 17 حالة في الفترة الثانية.
10. هناك تباين واضح في زيادة أو نقصان حالات الصقيع الشديدة أو الضعيفة آما حالات الصقيع المعتدل فقد كان فيها معدل التأثير اقل.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

قائمة المراجع والمصادر

أولاً: المراجع العربية:

أبو العينين، حسن، **موسوعة المناخ**، 1979، ط1، مكتبة مكاوي، بيروت.

بحيري، صلاح، 2001، **جغرافية الأردن**، ط2، عمان، الأردن.

الجهوري، خالد (2007)، **ظاهرة الاحتباس الحراري و التغيرات المناخية حول العالم**، مركز الخليج للأبحاث عدد 35.

الحسبان، يسرى، 1996، **الصقيع في منطقة الأغوار الشمالية وآثارها التدميريه على الزراعة**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

دائرة الأرصاد الجوية، بيانات مناخية غير منشورة و منشورة، خلال الفترة الواقعة من 201`0- 1979.

الدروبي، عبد الله، وآخرون (2008) **التغير المناخي و تأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية**، المركز العربي للدراسات المناطق الجافة و القاحلة.

شحادة، نعمان،2010 **تحليلات**، الجزيرة نت.

_____، نعمان،2010، **التحليل الإحصائي في الجغرافية و العلوم الاجتماعية**، دار الصفاء، عمان، الأردن.

_____،نعمان، 1998، **علم المناخ**،دار الصفاء،عمان، الأردن.

_____، نعمان، 1978، **الاتجاهات العامة الحديثة للحرارة في بلاد الشام**، مجلة دراسات، الجامعة الأردنية، العدد الثاني، عمان، الأردن.

_____، نعمان،1991، **مناخ الأردن**، دار البشير،عمان، الأردن.

______، نعمان (2008)، **المناخ بين الماضي و الحاضر و المستقبل**، مؤتمر التغير المناخي، جامعة فيلادفيا، عمان، الأردن.

الصرايرة، رنا،2006، **التوزيع الجغرافي للصقيع في الأردن و أثارة الاقتصادية**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

العرود، إبراهيم، (1997)، **مبادئ المناخ الطبيعي**، الطبعة الأولى، عمان، دار الشروق للنشر.

العزيزي، عبد العباس، 2001، دار الصفاء، عمان، الأردن.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

غانم، علي، 2003، **تغير الظروف الحرارية و التهطالية في عمان و دوريتها خـــلال القـــرن العشرين**، مجلة دراسات، جامعة دمشق، مجلد 19، العدد 3+4، عمان، الأردن.

الفندي، محمد، الأرصاد الجوية، 1985، ط2.

المعايطة، عصام،2005، **الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في وادي الأردن و الأغــوار الجنوبية و اثر التغير المناخي المقترح عليها**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعــة الأردنية، عمان، الأردن.

المعايعة، خوله، 2003، **آثار نوبات الصقيع على المحاصيل الزراعيـــة و المواصـــلات فـــي الأردن**، رسالة دكتوراة غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

موسى، علي، 2006، **موسوعة الطقس و المناخ**، نور للطباعة و النشر، عمان، الأردن.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

AFED Report، 2009، **Arab Form for Environment and Development**.

Das P.K. 1986. Monsoons، World، Meteorological Organization، WMO –NO 613.

Alpert P، Shafir H، **Osentinsky I.2008. Climatic Trends to extremes employing regional modeling and statistical interpretation over the E. Mediterranean**. Global and Planetary Chang 63:163-170.

Bani-Domi,M,(2005), **Trend Analysis of Temperatures .— and Precipitation in Jordan**, Dept. of Geography Yarmouk University
Irbid, Jordan.

Barruch Z، dayan U، Kushner y، Roth Cand Enzel Y، 2005، **Regioal And Global Atmospheric Patterns Governing Rainfall In The Southern Levant 2005**، Open University Of Israel.

Bengtsson،L،and، Hodges، K، 2005، **Storm Tracks and Climate Change**، Journal of Climatology، v، pp، 3518-3544.

Black،Emily، 2008،**The impact of climate change on daily precipitation statistics in Jordan Israe**l، department of meteorology.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

Cohen, S and G. Stahill 1996. **Contemporary climate change in the Jordan valley**. J. Applied Meteorol.,35: 1051 -1058. DOl: 10 117511520- 0450(1996)035> 2.0.CO;2.

Elliott، W.P 1964، **The height variation of vertical heat flux near the ground**، Q J R meterorol Soc 90.

Giorgi، F، Lionello،p، 2007، **Climate Change projection for the Mediterranean**، Global and Planetary Change، 63، 90-104.

Hasanean، H.M،. 2001. **Fluctuation of Surface in the East Mediterranean**. Theor. Applied Climmatol،.68: 75-87.

IPCC Report 2007، The **Fourth Assessment Report (AR4)**، March 14،2008.

Jason p، Evans، 2008، 21 st ,**century climate change in the Middle East Climate Change.**

Kalam، J.D، Laughlin G.P andothers، 1992، **Advances in bioclimatology**، the bioclimatology of frost، Spring –verlag، vol.2.

Karas،2007، **climate change and Mediterranean**, P:29.

Kostopoulou،E،and، Jones P.D، 2005، **Assessment of climate extremes in the Eastern Meditterranean**، meteorology and Atmospheric Sciences، v.89، no 1-4، pp.

Mahrt،L، Ande، J.c، 1982، **The nocturnal surface inversion and influence of clear –air radiative cooling**، journal of the atmospheric sciences، volume 39.

Mann ME.2002. Large**-scale climate variability and connection with the Middle East in past centuries**. Clim Chang 55:287-314.

Mariotti A، Zang N، Artal V. 2008. Mediterranean **Water Cycle Changes: transition to drier 21 st century condition in observations and CMIP3 simulation**. Environmental Research Letters 3:1-7.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

Oroud، ibrahem، 2006، **The impact of climate change on water resources in the Eastern Mediterranean Bochum Germany**, 26-82 spetemper.

Pederson, D.,(2008), **Will Climate Change Reduce or Increase Middle East - Rainfall, Green Prophet**, H:\sabah\sabah3\Will Climate Change Reduce Or Increase Middle East Rainfall Green Prophet.mht.

peer, G., and Safariel, U., (2000), **Climate change**, Israel National Report.

Shayeb، Mohammed Jaber.Momani, **American Journal of Environmental Sciences 5**, (1): 58-68، 2009.

Shehadeh, N., (2008), **Climate in the Past and Future, Symposium on the Futur9 Climatic Change**, Petra University, Amman, Jordan.

Singer، Fred S، 1997: **Hot Talk Cold Science**، The independent،Oakland Institute.

Smadi.M. (2006) Observed Abrupt Changes in Minimum and Maximum Temperaturesin Jordan in the 20 th Century**, American Journal of Environmental Sciences 2**, (3)، 114-120.

Smith، L.P & S.A Searle، 1958،**Water Wise Gardering Blanfrond Press**،London.

WMO، 2001، **Climate Change intergovernmental panel on climate change 3 rd assessment report.**

Zang XB، et al،.2005. **Trend in Middle East Climate Extreme Indices from 1950 to 2003.** Journal of Geophysical Research – Atmospheres 110، D22104.DOI: 10.1029\2005 jd006181.

ثالثاً: المواقع الالكترونية:

WWW.IPCC.COM -

www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html:

http://www.jordanweather.jo.

www.tutiempo.net\climate**.**

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit

The Impact of Climate Change on the Minimum Temperature and Frost Cases that Irbid Governorate faced during the Winter (1979- 2010)

By
Mayson Barakat Hussien Al-zogoul

Supervisor
Prof. Dr. No'man Shehadeh

Abstract

The present study aimed at exploring the effect of the climate change on the general trend of the minimum temperature degrees and the frequency of the occurrence of frost in Irbid Governorate. To achieve the objective of the study, varied statistical methods were used such as Regression Line, Moving Averages, Cumulated Sums gathe, and T-test. Among the most important findings of the study is that there is a rise in the monthly average of the minimum temperature in Irbid area during winter months to varying percentages, which led to a decline in the number of frost cases recorded in the study area, as well as a decrease in the severity of frost.

All Rights Reserved - Library of University of Jordan - Center of Thesis Deposit